

Ubiratan D'Ambrosio

Ubi na Web



Valdemar Vello
Olenêva Sanches Sousa
(Orgs.)

EtnoMatemáticas
Brasis

Ubiratan D'Ambrosio



Valdemar Vello
Olenêva Sanches Sousa
ORGANIZADORES



2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Even3 Publicações, PE, Brasil)

D156u D'Ambrosio, Ubiratan
Ubi na Web [Recurso Digital] / Ubiratan D'Ambrosio;
Organização de Valdemar Vello, Olenêva Sanches Sousa. –
Salvador: EtnoMatemaTicas Brasis, 2025.
600 p. : il.

ISBN 978-65-272-1167-9
DOI 10.29327/5474070

1. Etnomatemática. 2. Educação. 3. Transdisciplinaridade.
I. Ubiratan D'Ambrosio. II. Vello, Valdemar (Org.). III. Sousa,
Olenêva Sanches (Org.). IV. Título.

CDD 510.71

Conselho Editorial

Organização
Valdemar Vello
Olenêva Sanches Sousa



Edição e Diagramação
Olenêva Sanches Sousa

Imagem de Capa
Concepção:
Luciano de Santana Rodrigues
Olenêva Sanches Sousa
Valdemar Vello

Artes:
Acervo do Grupo de Amigos de Ubiratan D'Ambrosio (GAU)
Desenho e Xilogravura: Emanuel Cândido do Amaral (em memória)

Fotos: Amaro Fotografia
Criação:
Luciano de Santana Rodrigues

Colaboração Editorial e Editoração Eletrônica
Luciano de Santana Rodrigues
Pedro Sousa Lacerda

Revisão
Héctor Rosario
Olenêva Sanches Sousa
Pedro Sousa Lacerda
Rosane Souza Vilaronga
Steven Eduardo Quesada Segura

Orientação Teórica
Programa Etnomatemática



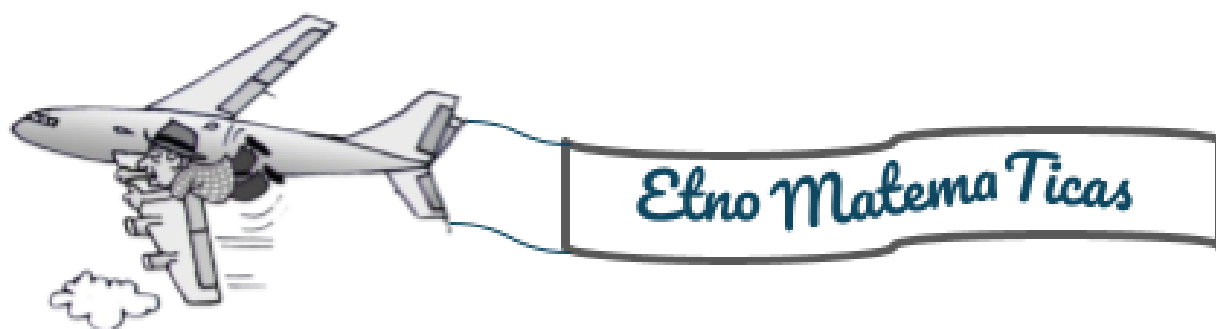
Sumário

Despertar e Evolução da Etnomatemática	08
Reuni nesta coletânea...	09
Ubiratan sempre me dizia...	10
O resgate de Ubi na Web: e-book com 50 textos de Ubiratan D'Ambrosio Valdemar Vello	11
O Vello conseguiu uma proeza...	12
Parte I: Ubiratan D'Ambrosio e Etnomatemática	13
<i>The ICMI Felix Klein Medal for 2005</i>	14
Minicurrículo de Ubiratan D'Ambrosio	16
Etnomatemática: um pouco de história	18
Parte II: Textos de D'Ambrosio	19
Seção I: 37 textos em português	20
Tecnologias de Informação e Comunicação: reflexos na Matemática e no seu ensino	21
Reminiscências de minha atuação enquanto Presidente do CIAEM	39
Que matemática deve ser aprendida nas escolas hoje?	49
O Programa Etnomatemática: história, metodologia e pedagogia	53
Educar para uma civilização planetária	66
Educação Matemática e a crise da civilização moderna	70

A responsabilidade dos matemáticos na busca da paz	85
Formação de professores: o comentarista crítico e o animador cultural	98
Etnomatemática: uma proposta pedagógica para a civilização em mudança	109
Conteúdo nos cursos de formação de professores de matemática	123
Etnomatemática: um programa	131
A interface entre História e Matemática: uma visão histórico-pedagógica	141
D'Ambrosio entrevista Paulo Freire	165
Conferências proferidas em 1998	171
Palestras proferidas em 1998	196
Prefácio do livro "Com quantos paus se faz uma canoa!"	227
O fazer matemático: uma perspectiva histórica	240
O que é ser humano?	253
A História da Matemática: questões historiográficas e políticas e reflexos na Educação Matemática	259
O Programa Etnomatemática e questões historiográficas e metodológicas	277
Dos fatos reais à modelagem: uma proposta de conhecimento matemático	283
Uma historiografia para a Matemática na América Latina	292
Integração no ensino de ciências	299
Entrevista concedida à Célia Carolino Pires	301

História da Matemática no Brasil: uma panorâmica até 1950	310
A influência da tecnologia no fazer matemático ao longo da história	336
Informática, Ciências e Matemática	340
Do saber matemático ao fazer pedagógico: o desafio da educação	344
Transdisciplinaridade e a proposta de uma nova universidade	354
Universidades, Transdisciplinaridade e experiência humana	379
Diagnóstico das condições da sala de aula	391
Matemática para uma sociedade em transição	395
O papel do museu no processo de divulgação da ciência	400
A Matemática nos descobrimentos	406
Cumprir ordens, por si só, não é suficiente como código de conduta	421
Da produção à difusão do conhecimento matemático	435
A relação entre teoria e prática pedagógica na educação infantil e fundamental	446
Seção II: 03 textos predominantemente em espanhol	461
Boletines ISGEm	462
Resumo das aulas dadas no curso virtual sobre etnomatemática na UVLA	480
Las ideas fundamentales que sustentan el Programa Etnomatemática	489
Seção III: 10 textos em inglês	496

A reflection on Ethnomathematics: why teach mathematics?	497
Why Ethnomathematics? or What is Ethnomathematics and how can it help children in schools?	506
Ethnomathematics: my personal view	511
An adequate historiography for non-western mathematics	517
Alustapasivistykselitys or the name Ethnomathematics: my personal view	534
From the era of the navigations to the era of high technology as illustrated by ethnoscience and Ethnomathematics	541
Why mathematical educators and researchers cannot ignore political issues	553
Ethnomathematics and its first international congress	558
Methodological questions in studying the History of Mathematics in colonial Latin America	566
Mathematics Education and the denial of knowledge	577
Parte III: Retrospecto, concepção e elaboração do e-book	590
Ubi - e a Etnomatemática - na Web: retrospecto, concepção e elaboração do e-book Olenêva Sanches Sousa	591
O Vello conseguiu uma proeza	599



Despertar e Evolução da Etnomatemática



*“Reuni nesta coletânea
escritos preparados a partir de 1998.
Alguns foram publicados, outros não;
certos textos referem-se a conferências
que apareceram
ou deverão aparecer em atas.*

*Inevitavelmente, há muitas repetições.
A mesma ideia diretora surge
de distintas maneiras,
algumas em diferentes contextos
e com diferentes motivações.*

*Não tive preocupação em evitar duplicações.
Espero que, mesmo nessa forma,
seja útil reunir esses trabalhos.”¹*

Ubiratan D'Ambrosio

¹Mensagem destinada a Valdemar Vello, em 1999, atendendo à sua solicitação de material para alimentar o “Site oficial de Ubiratan D'Ambrosio” recém-criado.



*“Ubiratan
sempre me dizia
como é difícil
fazer-se entender
sobre a extensão da
Etnomatemática.”¹*

Maria José D’Ambrosio

¹Mensagem destinada a Olenêva Sanches Sousa, em 04 de junho de 2024, após leitura de vários capítulos de *Ubi na Web* e da primeira versão de “Retrospecto, concepção e elaboração do e-book”.



O resgate de Ubi na Web e-book com 50 textos de Ubiratan D'Ambrosio

Histórico das ocorrências socioculturais brasileiras
que potencializaram a criação do Programa Etnomatemática.

Valdemar Vello

Ao participar da 5ª CIAEM na Unicamp em 1979, após seis anos de minha Licenciatura em Matemática e apenas cinco, atuando na produção de materiais didáticos, ouvi de Ubiratan D'Ambrosio as primeiras e preciosas noções sobre Etnomatemática.

Um momento de ruptura. Um momento de reaprender.

Nesse período, Rodney Bassanezi, parceiro de Ubiratan, nos brinda com estudos e práticas de Modelagem Matemática, que também contribuíram para que Eduardo Sebastiani Ferreira nos revelasse a Etnomatemática presente nas culturas indígenas. E, com a mesma importância, faço um tributo a Aristides Camargos Barreto que nos legou bases sólidas para relacionar diferentes situações reais com o vasto ferramental das estruturas matemáticas.

Em 1992 chega “para todos” a Internet no Brasil. O fim desse século entra em ebulição. As fronteiras do conhecimento se expandem. O mundo se abre para informação global. E logo se percebe a importância de incentivar e divulgar os bons conteúdos.

Um momento de explosão. O momento de UBI na WEB, com acesso a 50 textos escritos por Ubiratan.

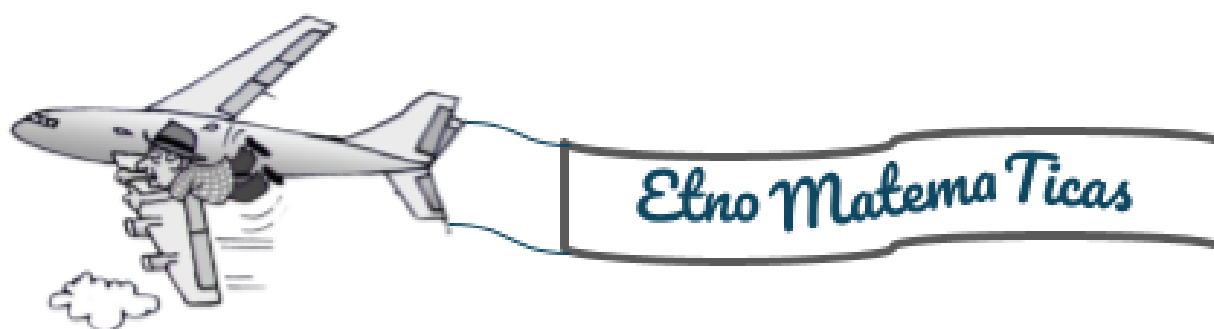
1996, *Habemus web!* Condição propícia para reunir a obra de Ubiratan D'Ambrosio na Teia Mundial. Assim, inicia-se no portal Universo Online o site *Movimento de Etnopedagogia*, agregando correntes pedagógicas afinadas com a Antropologia Cultural. Nele foram disponibilizadas as contribuições de Morin, Pierre Lévy, Maffesoli, Paulo Freire, Freinet e, sobretudo, de Ubiratan D'Ambrosio com a Etnomatemática. Com a extinção do serviço nesse portal, foi possível resgatar todo esse conteúdo em Wayback Machine.

Hoje, este e-Book de Ubiratan D'Ambrosio é uma homenagem e um importante contributo à Educação Matemática e, sobretudo, um apelo pela paz entre todos os povos, como almejava nosso bom Mestre Ubi!



*“O Vello conseguiu uma proeza:
fazer uma construção com
Paulo Freire, Edgar Morin, Célestin Freinet e,
para meu orgulho,
me colocou nessa companhia.
A argamassa foi o conceito de
Etnopedagogia
ou Pedagogia Etnoantropológica
do Valdemar Vello.
[...]”¹*

¹ Comentário de Ubiratan D'Ambrosio, na segunda-feira de 15 de outubro de 2012, às 21h41, garimpado em trocas de *e-mails* entre Vello, Ubiratan e Ana Paula Barranco, coordenadora de conteúdos digitais da *Oxford University Press*, na época. No *Ubi na Web*, a mensagem ganha muita importância por se tratar de um depoimento de Ubiratan sobre o espaço em que o material dele foi disponibilizado.

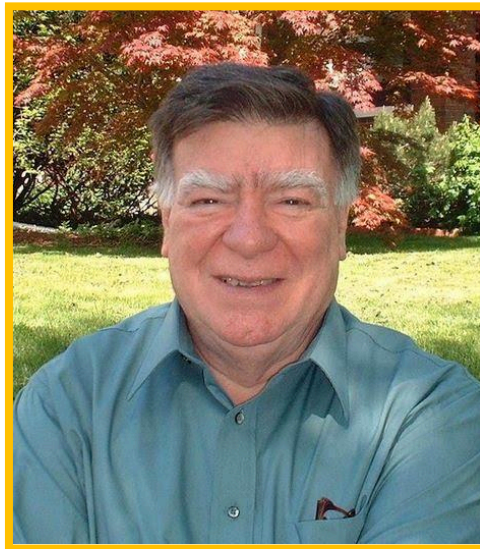


Parte I

Ubiratan D'Ambrosio e
Etnomatemática



The ICMI Felix Klein Medal for 2005



Citation for the 2005 ICMI Felix Klein Award to Professor Ubiratan D'Ambrosio.

The second Felix Klein Medal of the International Commission on Mathematical Instruction (ICMI) is awarded to Professor Ubiratan D'Ambrosio, Brasil. This distinction acknowledges the role Ubiratan D'Ambrosio has played in the development of mathematics education as a field of research and development throughout the world, above all in Latin America. It also recognises Ubiratan D'Ambrosio's pioneering role in the development of research perspectives which are sensitive to the characteristics of social, cultural, and historical contexts in which the teaching and learning of mathematics take place, as well as his insistence on providing quality mathematics education to all, not just to a privileged segment of society. His role in promoting mathematics education research and development in Latin America, both as regards priorities and content and as regards institutional and organisational frameworks, can hardly be over-estimated. His focus on providing graduate and post graduate programmes for young researchers exemplifies his contribution.

Citação do Prêmio ICMI Felix Klein 2005 para o Professor Ubiratan D'Ambrosio.

A segunda Medalha Felix Klein da *International Commission on Mathematical Instruction* (ICMI) premiou o Professor Ubiratan D'Ambrosio, Brasil. Essa distinção reconhece o papel que Ubiratan D'Ambrosio teve no desenvolvimento da educação matemática como área de pesquisa e desenvolvimento em o mundo, principalmente na América Latina. Também

reconhece o papel pioneiro de Ubiratan D'Ambrosio no desenvolvimento de perspectivas de pesquisa que são sensíveis a características de contextos sociais, culturais e históricos nos quais ensinar e aprender matemática tomam lugar, assim como na sua insistência em prover educação matemática de qualidade para todos, não apenas a segmentos privilegiados da sociedade. Seu papel promovendo pesquisa e desenvolvimento em educação matemática na América Latina, tanto no que diz respeito a prioridades e conteúdos, quanto à estruturas institucionais e organizacionais, pode, dificilmente, ser superestimado. Seu foco em prover programas de graduação e pós-graduação para jovens pesquisadores exemplifica suas contribuições.

Minicurrículo de Ubiratan D'Ambrosio¹

Professor Emérito de Matemática da Universidade Estadual de Campinas / UNICAMP.

Nascido em São Paulo em 8/12/32.

Bacharel e Licenciado em Matemática pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (1954).

Doutor em Matemática pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade São Paulo (1963).

Pós-doutorado na Brown University, USA, (1964-65).

Atualmente, professor do Programa de Estudos Pós-Graduados de História da Ciência da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo / PUC; professor credenciado no Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo; professor do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" / UNESP; professor visitante no Programa Sênior da FURB / Universidade Regional de Blumenau.

Outras funções: Presidente da Sociedade Brasileira de História da Matemática / SBHMat; Presidente do ISGEm / International Study Group on Ethnomathematics; Presidente do Instituto de Estudos do Futuro / IEF de São Paulo; pesquisador e membro do Conselho Diretor do NACE-ATC (Núcleo de Apoio à Cultura e Extensão - Arte, Tecnologia e Comunicação) da Universidade de São Paulo; Membro do Conselho Diretor do Institute for InformationTechnology in Education (IITE), da UNESCO, sediado em Moscou (1998-2002); Membro do Conselho Científico do Museu de Astronomia e Ciências Afins / MAST, do Conselho Nacional de Pesquisas / MCT (1996-2003).

¹ Minicurrículo disponibilizado no "Site oficial de Ubiratan D'Ambrosio", provavelmente em 2003. Ubiratan faleceu em 12 de maio de 2021 e seu currículo formal pode ser acessado na Plataforma Lattes, disponível em: <http://lattes.cnpq.br/1531403209010948>.

É "fellow" da American Association for the Advancement of Science / AAAS; Presidente Honorário da Sociedade Brasileira de História da Ciência / SBHC.

Foi Pró-Reitor de Desenvolvimento Universitário da Universidade Estadual de Campinas (1982-90), Diretor do Instituto de Matemática, Estatística e Ciência da Computação da mesma (1972-80), Coordenador dos Institutos de Pesquisa da Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo (1988-92) e Chefe da Unidade de Melhoramento de Sistemas Educativos da Organização de Estados Americanos, Washington, DC (1980-82); lecionou em várias universidades do país e do exterior.

Membro do Conselho da "Pugwash Conferences on Science and World Affairs" (ONG que recebeu o Prêmio Nobel da Paz em 1995).



Etnomatemática: um pouco de história

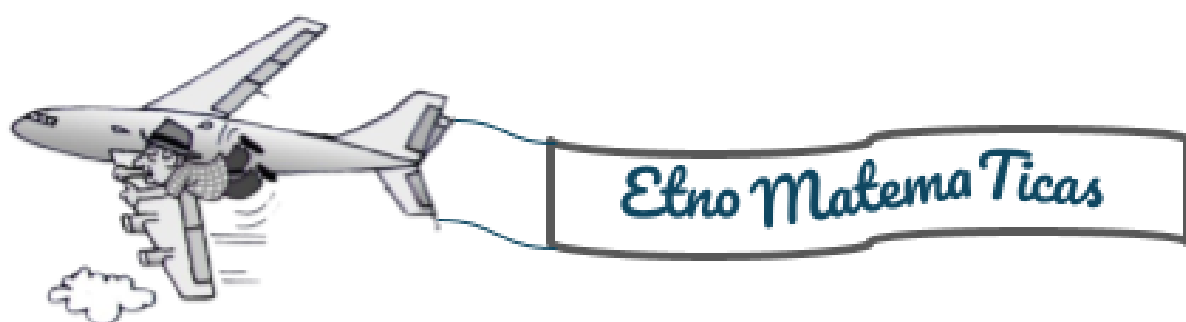
O Movimento de Etnomatemática surgiu no Brasil em 1975 a partir dos trabalhos de Ubiratan D'Ambrosio.

Na 5a. CIAEM, Campinas-1976, já pudemos conhecer os passos iniciais desta "nova matemática", de embasamento etnoantropológico.

Desde o início, Rodney Bassanezi e Eduardo Sebastiani Ferreira, afinados com o projeto, também contribuíram com suas pesquisas.

A UNESP de Rio Claro-SP, em seu curso de Pós-graduação em Educação Matemática, nos brindou com as primeiras pesquisas acadêmicas centradas em Etnomatemática.

Em 1985, o movimento alargou suas fronteiras oficializando o ISGEm: Grupo de Estudo Internacional sobre Etnomatemática.



Parte II

Textos de D'Ambrosio



Seção I

37 textos
em português



Tecnologias de Informação e Comunicação: reflexos na Matemática e no seu ensino

Palestra de encerramento na Conferência de 10 anos do GPIMEM - Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática, Departamento de Matemática, UNESP, Rio Claro, SP, 05-06 de dezembro de 2003.

Ubiratan D'Ambrosio é professor dos Programas de Pós-Graduação em História das Ciências e em Educação Matemática da PUC/SP e Professor Voluntário do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática do IGCE/UNESP, Rio Claro.

"Portanto, o que se requer é uma mudança profunda sobre como pensar educação. Assim, tecnologia não é a solução, é somente um instrumento. Mas embora tecnologia não produza automaticamente uma boa educação, a falta de tecnologia garante automaticamente uma má educação."

(Seymour Papert, ITE Newsletter, Jan-Mar 2001)

Introdução

Um dilema se apresenta perante todos os educadores. A educação tem um duplo objetivo:

- 1. permitir a cada indivíduo a realização plena de seu potencial criativo;**
- 2. preparar o indivíduo para a cidadania.**

São objetivos independentes. Potencial criativo tem a ver com o indivíduo, mas a cidadania depende do relacionamento com outros. Um dos problemas mais difíceis e abertos nas ciências do homem é a questão de estrutura genética e de educação dos primeiros anos. Será que a personalidade está definida a partir do código genético ou é resultado da atenção dada à criança nos seus primeiros anos de vida? Faz sentido o dito popular que "é de pequenino que se torce o pepino"? Resolvida a situação familiar, teríamos jovens sem

problemas? Inúmeros exemplos mostram que a situação não pode ser respondida simplesmente.¹

Embora o tema escape aos objetivos deste trabalho, as relações são óbvias. O potencial criativo é próprio do indivíduo ou é o resultado de convívio? Podemos ensinar alguém para ser criativo ou nossa função é apenas estimular e trazer a realizações o potencial criativo de cada indivíduo? E, igualmente, perguntamos se o relacionamento com o outro é inato ou pode ser moldado? Viver em sociedade é só uma questão de educação? São essas as questões maiores que preocupam os teóricos da educação.

No caso do relacionamento educação, criatividade e cidadania, as mesmas dificuldades se apresentam. Como educadores, acreditamos que nossa ação tem efeito na preparação de gerações futuras. A questão passa então a ser como se relacionam tecnologia e educação, e como consequência, como se relacionam tecnologia, criatividade e cidadania. Sendo a tecnologia impregnada de matemática, como se relacionam matemática, criatividade e cidadania?

Vamos começar abordando a questão maior da condição humana, como uma forma do fenômeno vida.

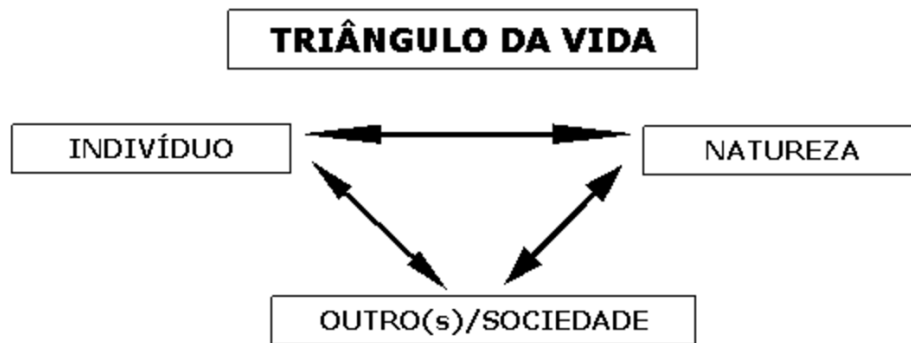
O triângulo da vida

Qual a origem da espécie humana, denominada homo sapiens sapiens? Inúmeras teorias são propostas, desde um puro e simples criacionismo até as várias teorias de evolução. Embora ainda haja muitas questões não respondidas, aceito as linhas gerais das teorias evolucionistas. Algumas espécies que se diferenciaram pelo bipedismo, chamadas homínídeos, e que foram identificadas por fósseis que datam de 6×10^6 a.P. (6.000.000 antes do Presente), encontrados na África Central, perto de onde é hoje Tanzânia e Quênia, emigraram e atingiram outros pontos do planeta. Foram evoluindo física e culturalmente. Essencialmente, a espécie homo sapiens está subordinada às condições essenciais à vida.

O fenômeno vida é inconcluso e complexo, em permanente transformação, sujeito a uma dinâmica da qual sabemos ainda pouco.

Identifico três elementos fundamentais para que a vida se realize, que são o indivíduo vivo, o outro da mesma espécie (o que possibilita o cruzamento) e a natureza, da qual se nutrem o indivíduo e os outros. Represento, metaforicamente, a dependência mútua por um triângulo, que chamo:

¹ **Nota do autor:** Este é um tema fascinante em educação e no estudo das ciências da mente. Veja o livro recente de Jerome Kagan: *Three Seductive Ideas*, Harvard University Press, Cambridge, 1998. Também muito interessante é o livro recente de Matt Ridley: *Nature via Nurture*. Genes, Experience, & What Makes Us Human, HarperCollins Publisher, New York, 2003.



[Subentende-se indivíduo e outro como sendo da mesma espécie e natureza como a totalidade planetária e cósmica]

Os três componentes, o **INDIVÍDUO**, o **OUTRO** e a **NATUREZA**, são mutuamente essenciais. Vida significa a resolução desse triângulo indissolúvel. Nenhum dos três componentes tem qualquer significado sem os demais.

O indivíduo é um organismo vivo, complexo na sua definição e no funcionamento de seu corpo, que age em coordenação com o cérebro, órgão responsável pela organização e execução de suas ações. Um corpo e um cérebro mutuamente essenciais, uma só entidade.

Os diferentes órgãos de um indivíduo interagem para manter o organismo vivo. Mas essa interação não pode se limitar ao organismo. Na verdade, a interação não pode ser no organismo, mas na tríade indivíduo/outro/natureza. Essa interdependência mútua é que deve servir de fundamento para entender a vida e o comportamento dos seres vivos.

Em todas as espécies, na busca de sobrevivência, o indivíduo se sujeita a comportamentos vitais básicos [meios]:

Reconhece o outro,

aprende,

é ensinado,

adapta-se

e cruza

com os objetivos [fins] de sobreviver e de dar continuidade à espécie.

Uma questão maior, ainda não respondida, é "quais as forças que levam os seres vivos a esses comportamentos vitais?".

O homem, como todo organismo vivo, é complexo na sua definição e no seu funcionamento, e está sujeito aos mesmos comportamentos vitais básicos de todo ser vivo. Busca sobrevivência. A sobrevivência depende da resolução do triângulo da vida, que se dá no momento e no local, e é resultado da forma mais essencial de conhecimento.² É uma ação no presente espacial e temporal. Espaço e tempo significam o aqui e o agora.

Mas, diferentemente dos demais seres vivos e mesmo das espécies mais próximas, o homem busca algo além da sobrevivência. Tem vontade. Algumas vezes, até rejeita sua sobrevivência.³

Esse algo mais é a superação do presente, estendendo sua percepção de espaço e de tempo para além do presente e do visível. O homem incursiona no passado e no futuro. Indaga sobre o que e como foi, e sobre o que e como será. Procura explicações sobre o passado e predições sobre o futuro, transcendendo espaço e tempo, criando representações sobre o que não vê.

A busca desse algo mais leva a indagar sobre o fenômeno vida, para o que é necessário conhecer o cosmos e o nosso habitat - o planeta Terra. O cosmos tem sido uma das grandes indagações do ser humano. Explicar o cosmos tem sido uma das primeiras motivações para construir sistemas de conhecimento. Inserido no cosmos está o nosso planeta, a Terra. Tem havido muito progresso nas explicações sobre o cosmos e o planeta Terra, e consequentemente sobre o fenômeno vida, sempre revelando incertezas e contradições.

As intermediações criadas pela espécie humana

Onde se situa a diferença de comportamento entre a espécie humana e as demais espécies?

O comportamento humano resulta de duas grandes pulsões:

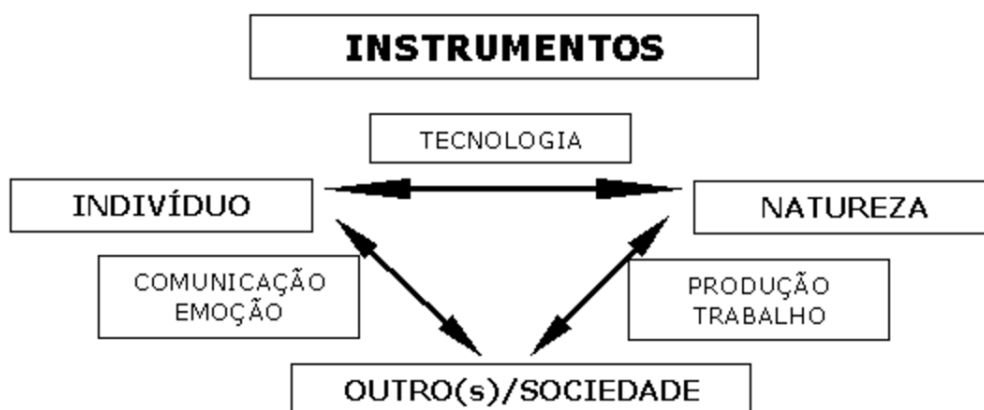
1. a **sobrevivência**, do indivíduo e da espécie que, como em toda espécie viva, se situa na dimensão do momento;
2. a **transcendência** do espaço e do tempo que, diferentemente das demais espécies, se situa numa outra dimensão, levando o homem a indagar "por quê?", "como?", "onde?", "quando?".

² **Nota do autor:** No seu excelente livro, já clássico, Humberto Maturana e Francisco Varela: A Árvore do Conhecimento. As bases biológicas do entendimento humano, Editorial Psy II, Campinas, 1995, introduzem o conceito de autopoiesis para explicar como um organismo se mantém vivo.

³ **Nota do autor:** A espécie humana é a única a praticar suicídio. Há uma forma de suicídio de células cancerosas e mesmo a prática individual do suicídio em algumas espécies, mas obedecendo a mecanismos fisiológicos. Suicídio, sem o objetivo maior de dar continuidade à espécie, é conhecido somente na nossa espécie.

Sobrevivência e transcendência guardam uma relação simbiótica e distinguem o ser humano das demais espécies. Na resposta às pulsões de sobrevivência e de transcendência surgem intermediações nas relações essenciais do indivíduo com a natureza e com o(s) outro(s) e o homem incursiona no passado, buscando explicações, e no futuro, buscando predições. Nesse incursionar gera conhecimento, que é reconhecido nas habilidades, nas técnicas, nos mitos e nas artes, nas religiões e nas ciências.

A diferença essencial entre a espécie humana e as demais espécies é o fato de termos criado, ao longo da nossa evolução, instrumentos, comunicação, principalmente a linguagem, e um sistema de produção, que servem de intermediações para a resolução do triângulo da vida:

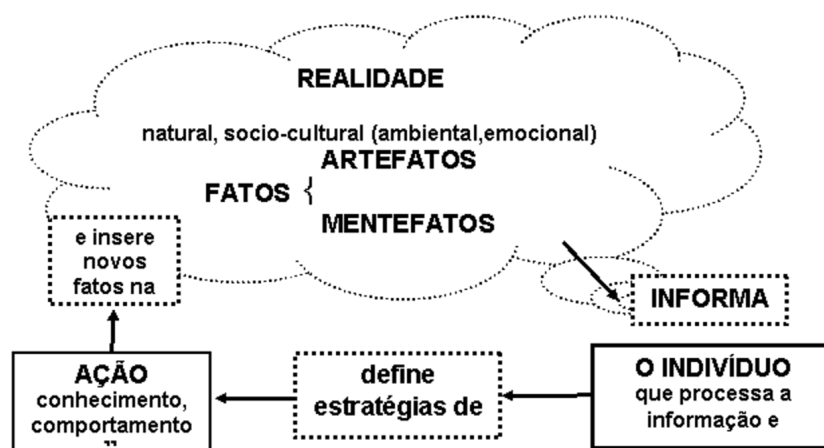


Criar e utilizar essas intermediações são possíveis graças ao encontro de comportamento e conhecimento. A percepção dos acertos e equívocos desse encontro é o que chamo **consciência**.⁴

No encontro com o outro, que também está em busca de sobrevivência e de transcendência, desenvolve-se a **comunicação**. Os encontros intra e interculturais têm, na comunicação, sua estratégia por excelência.

Como se dá a aquisição de conhecimento e o consequente comportamento? Isso resulta da informação que o indivíduo recebe da realidade. É um processo cíclico, ilustrado pela figura a seguir.

⁴ **Nota do autor:** Ver Ubiratan D'Ambrosio: A Era da Consciência, Editora Fundação Peirópolis, São Paulo, 1997.



Esse é o ciclo permanente que permite a todo ser humano interagir com seu meio ambiente, com a realidade considerada na sua totalidade como um complexo de fatos naturais e artificiais, e, através da comunicação, com outros. Essa ação se dá mediante o processamento de informações captadas da realidade por um processador que constitui um verdadeiro complexo cibernético, com uma multiplicidade de sensores não dicotômicos, identificados como instinto, memória, reflexos, emoções, fantasia, intuição, e outros elementos que ainda mal podemos imaginar. O essencial é a maneira como a **informação** é recebida e processada pelo indivíduo.

Portanto, informação e comunicação são essenciais na geração e compartilhamento de conhecimento, na compatibilização de comportamentos, e no consequente acordo sobre valores. Compartilhar Conhecimentos compartilhados, comportamentos compatibilizados e valores acordados sintetizam o que se entende por **cultura**. Assim, as maneiras, estilos, instrumentos, técnicas, enfim, as tecnologias de informação e comunicação, são essenciais no desenvolvimento cultural e, como consequência, das civilizações.

As tecnologias de informação e comunicação na evolução da espécie humana

A geografia e a história do comportamento e conhecimento de uma espécie mais evoluída, denominada *homo sapiens sapiens*, reconhecida em todo planeta há cerca de 50.000 a.P., permite reconhecer o importante papel da dinâmica cultural, juntamente com as diferenças climáticas e geológicas, na diferenciação das várias etnias da nossa espécie. Desde os tempos primordiais da espécie humana, a dinâmica cultural, resultado de migrações voluntárias e forçadas, determinaram a evolução de sistemas de comportamento e de conhecimento, que caracterizam as culturas.

Uma reflexão sobre educação, em particular sobre educação matemática, depende, necessariamente, de analisar a evolução das tecnologias de informação e de comunicação ao longo da evolução da espécie humana.

Tecnologias, tais como a pedra lascada e o uso de instrumentos rudimentares, aliadas à capacidade de comunicar-se, comum a todas as espécies animais, estavam presentes no comportamento das várias espécies de homínídeos que, a partir de 6×10^6 a.P., precederam as espécies homo. A capacidade de fazer fogo, que surgiu cerca de 5×10^5 a.P., foi importante na reunião de grupos humanos em cavernas em torno da fogueira e no melhor aproveitamento, em quantidade e qualidade, de carcaças de animais para alimentação. O sedentarismo permitiu o contato mais prolongado entre indivíduos do grupo e a necessidade de uma comunicação mais sofisticada. Essa comunicação, facilitada por uma conformação muito especial da laringe, transformou grunhidos em fala. A espécie homo erectus começou a desenvolver sua capacidade de linguagem. Sem dúvida, o surgimento da linguagem foi determinante na evolução das espécies *homo*.

O sedentarismo nas cavernas evoluiu para decorações, possivelmente de natureza mística. Sinais e desenhos revelando os primeiros passos em direção à abstração foram recentemente encontrados nas cavernas de Blombos, na África do Sul, feitas cerca de 77.000 a.P.. Mais conhecidas são as gravuras das grutas de Lascaux, cerca de 30.000 a.P..

Embora este trabalho devesse abranger todo o planeta, abordando todas as grandes civilizações, vou limitar minha discussão principalmente às civilizações na bacia do Mediterrâneo, da qual se originaram as grandes civilizações ocidentais que, a partir do século XV, passaram a dominar todo planeta.

A escrita e a numeração, a imprensa e a ciência moderna

O grande passo na evolução dos sistemas de informação e de comunicação deu-se com a invenção da escrita, a primeira tecnologia de informação e comunicação à distância, em espaço e tempo. Segundo conta Sócrates a Fedro, o deus egípcio Thoth diz ao velho rei Tamuz: "Esta arte, caro rei, tornará os egípcios mais sábios e lhes fortalecerá a memória; portanto, com a escrita inventei um grande auxiliar para a memória e a sabedoria" (ver *Diálogos*, de Platão). Cerca de 500 a.C., a escrita está presente nas grandes civilizações da antiguidade. Surgiram livros copiados em papiro e em peles de animais. Aproximadamente no primeiro século da era cristã, os chineses inventaram o papel. Foi importado pelos europeus, que passaram a fabricá-lo no século XIII. Em 1455, Johann Gutenberg imprime, numa impressora de tipos móveis, a Bíblia. Está inventada a imprensa, que viria transformar profundamente a sociedade e o pensamento europeus, na verdade, toda a humanidade. Poder-se-ia dizer que essa invenção marca o início da civilização moderna.

Poucos anos depois, Cristóvão Colombo descobre, em 1492, terras até então desconhecidas. Em 1498, Vasco da Gama circunavega a Terra, chegando à Índia. E em 1521, Fernão de Magalhães contorna a América pelo Sul e chega ao Oceano Pacífico. Começa a era conhecida como dos grandes descobrimentos, da conquista e da colonização. A civilização europeia moderna impõe-se a todo o mundo.

Novas oportunidades comerciais e a necessidade de maiores recursos humanos foram responsáveis por uma grande expansão dos sistemas educacionais. Os livros tiveram, nessa expansão, grande importância.

Assim como a escrita teve grande impacto na evolução das idéias, o sistema de numeração hindu, introduzido na Europa em 1200, por Leonardo di Pisa, o Fibonacci, a partir do que al-Kwarizmi ensinou aos árabes em 850, foi fundamental no desenvolvimento europeu. Tabelas, amplamente disponíveis e confiáveis, possíveis graças à imprensa, permitiram as grandes navegações. Essas tabelas foram ampliadas com a invenção dos decimais (Simon Stevin, 1548-1620) e dos logaritmos (John Napier, 1550-1617). Foram, assim, criadas possibilidades de registros de dados astronômicos, resultados de estudos em observatórios (Tycho Brahe, 1546-1601), de observações com telescópios (Galileo Galilei, 1564-1642) e dos relógios de precisão (Christian Huygens, 1629-1695). Estavam, assim, graças a tecnologias variadas, lançadas as bases do pensamento moderno. Vejo a evolução das tecnologias de suporte no esquema:

LINGUAGEM ORAL (5×10^5 a.P.)

ESCRITA (500 a.C.)

ALGARISMOS e ALGORITMOS (séc. XIII)

IMPRENSA (séc. XV)

DECIMAIS e LOGARITMOS (séc. XVI)

TELESCÓPIO e RELÓGIOS (séc. XVII)

REGISTRO e MANIPULAÇÃO DE DADOS

OBSERVAÇÕES e TABELAS CONFIÁVEIS.

Todas essas tecnologias, combinadas, permitindo registro e manipulação de dados, e, portanto, dando caráter mais confiável a observações e às tabelas, foram importantes para que Isaac Newton (1642-1726) formulasse uma teoria geral de movimentos, na Terra e no espaço, e publicasse, em 1687, o livro que marca o início da ciência moderna: *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. A matemática de suporte às teorias de Newton é o Cálculo

Diferencial, inventado, independentemente, por ele e por Gottfried W. von Leibniz (1646-1716).

Deve-se notar que, assim como a aritmética entendida como fazer contas, a álgebra e o próprio Cálculo Diferencial, são técnicas de manipulação de dados.

Interessante notar que havia, na época, um grande interesse em tecnologia que permitisse efetuar, mecanicamente, esses cálculos. Particularmente cálculos trabalhosos. Filósofos, como Leibniz e Blaise Pascal (1623-1662), viam, no fazer contas, uma atividade puramente mecânica, que não merece ocupar o tempo dos seres humanos, cuja capacidade deve ser para pensar e não fazer operações de rotina. Sonhavam, sem imaginar que pudesse ser possível, com calculadoras e computadores.

Leibniz e Pascal foram pioneiros na busca de uma tecnologia que liberaria o homem de um pensar puramente mecânico e rotineiro, reservando à mente humana tarefas mais nobres. Pascal chegou a patentear um protótipo de uma máquina de calcular. Hoje, possuímos a tecnologia adequada para dar maior dignidade à mente humana.

As pesquisas recentes sobre primatologia nos indicam que chimpanzés têm significativa capacidade numérica. Será uma espécie que, eventualmente, poderá nos alcançar na capacidade de fazer contas? Não há indicações que se encaminham para desenvolver a criatividade das explicações, da transcendência, das artes e das religiões, mas poderão ser treinados para aprender a fazer contas. Será correto treinarmos nossas crianças para esse mesmo aprendizado, quando nossas crianças dispõem da tecnologia que as liberta dessa rotina mecânica?

Da ciência à tecnologia moderna

Voltemos ao que marca o início da modernidade, que é o livro *Principia*, de Isaac Newton. Suas consequências, em todos os setores do pensamento e da sociedade, particularmente no cotidiano, são hoje assumidas por toda a humanidade. Os *Principia* tiveram influência no pensar artístico, no desenvolvimento das ciências da cognição, no pensamento religioso e, sobretudo, na economia. Mas as suas consequências mais notáveis foram as três grandes revoluções da modernidade: 1. afetando os sistemas de produção (Revolução Industrial, 1767); 2. os sistemas políticos, afirmando que um povo é dirigido, por um período de tempo determinado e seguindo uma constituição, por indivíduos do povo, pelo povo escolhidos (Revolução Americana, 1776); 3. a organização social, reclamando por liberdade, igualdade e fraternidade (Revolução Francesa, 1789).

Com base teórica baseada nos *Principia*, de Newton, houve uma grande evolução nas tecnologias de informação e comunicação. Dentre essas, destaco:

O REGISTRO DE IMAGENS:

Fotografia: Louis Daguerre (1789-1851), 1837.

Cinema: Auguste (1862-1954) e Louis Lumière (1864-1948), 1895.

TELEFONIA:

Telefone: Alexander Graham Bell (1847-1922), 876.

RÁDIO:

Sinais através do Atlântico: Guglielmo Marconi, (1874-1937), 1901.

Telefotos: Western Union, 1921.

Teletipo: Edward E. Kleinschmidt, 1928.

Fax: anos 80.

TELEVISÃO:

TV doméstica: Peter C. Goldmark, 1940.

Um grande impacto, cujo desenvolvimento ainda é especulação filosófica em todos os setores da sociedade, veio com o desenvolvimento das mídias digitais e da informática. Menciono:

COMPUTADOR ELETRÔNICO DE VÁLVULAS:

ENIAC: John Mauchly, 1946.

CIBERNÉTICA: Norbert Wiener (1894-1964), 1948.

TRANSISTOR: Bell Laboratories, 1948.

CIRCUITOS INTEGRADOS: Texas Instruments, 1959.

MICRO-COMPUTADOR: Trong Truong, 1973.

TELEFONE CELULAR: anos 80.

INTERNET

Todos esses novos meios, incorporados no que em geral passou a se denominar mídia, tiveram enorme repercussão na Educação.⁵

⁵ **Nota do autor:** Particularmente no Brasil, é notável como os novos recursos foram incorporados à educação, por iniciativa oficial. Ver a dissertação de mestrado de Reginaldo Pires de Lima: Um Estudo das Tecnologias Voltado às Mudanças da Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação da FURB/Universidade Regional de Blumenau, SC, 05/06/2003.

Muitos estarão perguntando: mas o que, de específico, se passou com a matemática? É desnecessário enfatizar o quanto a matemática é responsável por essas invenções. Com crescente intensidade, essas invenções dependem de um grande desenvolvimento matemático. Também seria desnecessário destacar o quanto essas invenções ajudaram no desenvolvimento da matemática. Vou elaborar um pouco sobre os efeitos desse desenvolvimento mútuo, tecnologia e matemática, na sociedade como um todo.

Matemática e sociedade

Ao longo da evolução da humanidade, a alimentação tem sido uma grande propulsora de progresso. A espécie humana foi capaz de desenvolver o que talvez sejam as suas mais importantes descobertas, que são a agricultura e a pecuária.

Pode-se dizer que geometria e aritmética nasceram a partir dessas grandes descobertas. De fato, o historiador grego Heródoto (séc.V a.C.), conta como os faraós faziam, para efeito de cobrança de impostos, uma medida (*metria*) das terras (*geo*) produtivas. E, assim como os babilônios, mantinham e manejavam dados numéricos sobre a população e sobre os rebanhos. Era a aritmética.

A urbanização desenvolveu-se na Grécia e em Roma com forte presença de componentes matemáticos. Particularmente foi a relação de matemática e arquitetura, como nos mostra o arquiteto Vitruvius (séc. I a.C.).

O militarismo desenvolveu-se com grande utilização de recursos matemáticos. Arquimedes (ca287-212 a.C.) é o grande engenheiro militar da antiguidade.

Quando chegamos à Baixa Idade Média na Europa, há um grande desenvolvimento da pintura e da arquitetura, e a tecnologia adotada nessas áreas do conhecimento é fortemente matematizada. Temos aí o surgimento de novas geometrias, que se tornaram conhecidas como perspectiva, projetiva e descritiva.

Uma das grandes realizações da Baixa Idade Média é o desenvolvimento de um intenso mercantilismo, que utilizou a aritmética, apreendia dos árabes, para sua consolidação. A figura maior desse período é Leonardo, de Pisa, já mencionado acima.

No início da era chamada Renascença, os ideais artísticos da antiguidade se incorporaram ao cotidiano europeu, demandando grande utilização das novas matemáticas mencionadas. Mas também a recuperação do pensamento filosófico da antiguidade abriu enorme espaço para a matemática teórica. Isso também se incorporou ao cotidiano das grandes cidades e deu origem a concursos e competições públicos, sendo popular principalmente a resolução

de equações algébricas. Despontam aí nomes como o matemático Nicollò Tartaglia (1499-1557) e o médico Girolamo Cardano (1501-1576).

Mas, apesar dos grandes avanços em busca de uma postura humanista no Renascimento, não cessaram as disputas entre as nações europeias. O militarismo se intensificou com o surgimento de novas armas, consequência do amplo uso da pólvora e do desenvolvimento da metalurgia. Houve, em consequência, uma enorme demanda de estudos de balística, o que depende de métodos matemáticos. Destacou-se como assessor militar Tartaglia. Também importante para o esforço de guerra são os códigos utilizações nas comunicações, seja por estafetas, seja por pombos-correio. Mensagens, quando interceptadas, deveriam ser de pouca ou nenhuma utilidade para o inimigo. Deveriam estar em código. É a ciência da criptografia. Um dos mais destacados criptógrafos da Renascença foi François Viète (1540-1603). Coerente com sua habilidade como criptógrafo, Viète introduziu a álgebra simbólica. Um outro grande matemático dos tempos atuais, Alan Turing (1912-1954), conhecido pela sua importante contribuição à ciência da computação, também teve importante atuação como criptógrafo militar ao decifrar o código dos alemães, representados pela máquina Enigma, aparato criado por matemáticos alemães igualmente excelentes.

Arquimedes, Tartaglia, Viète, Turing e outros tantos matemáticos, alguns anônimos, são exemplos de como a tecnologia militar depende da matemática e como matemáticos são beneficiados pelo setor militar das sociedades, que depende deles para seu funcionamento e eficácia. É impressionante o financiamento de matemáticos e da pesquisa matemática com recursos, direta ou indiretamente provenientes das forças armadas.

Os desenvolvimentos do Cálculo também conduziram à tecnologia, sobretudo com as aplicações ao estudo do movimento de fluídos, dando origem à hidrodinâmica, onde despontam os nomes de Daniel Bernoulli (1700-1782) e Leonhard Euler (1707-1783). Isso abriu o caminho para a máquina a vapor e para a termodinâmica, criando assim enormes possibilidades para a intensificação da Revolução Industrial.

O século XIX pode ser considerado o século das grandes invenções tecnológicas que afetaram diretamente o cotidiano e o pensamento. Não nos esqueçamos que fenômenos elétricos, nos animais e na natureza, começaram a ser explicados durante o século XIX. As tecnologias associadas à eletricidade tiveram grande influência no desenvolvimento da matemática. Pode-se dizer que a matemática que se originou da visão predominante a partir do século XVII, de Isaac Newton e seus contemporâneos, de um universo determinista e de um instrumental desenvolvido para explicá-lo, atingiu seu apogeu no século XIX. Esse apogeu, que tem um caráter de terminalidade, está sintetizado nos 23 problemas propostos por

David Hilbert (1862-1943), no Congresso Internacional de Matemáticos, realizado em Paris, em 1900⁶.

As grandes transformações do século XX

No século XX reconhecemos duas grandes linhas de pesquisa matemática: uma delas completando a fase que poderíamos chamar da continuidade determinista, e fortemente dominada pela tentativa de resolver os problemas propostos por Hilbert. E uma outra, que resulta de novas percepções da natureza, ainda em seus primeiros passos, e que são possíveis graças a uma elaborada tecnologia que resulta da eletricidade e suas ramificações, como eletromagnetismo, a eletrônica e a microeletrônica. Pioneiras dessas novas percepções são a mecânica quântica e a relatividade. As novas percepções exigem o desenvolvimento de um novo instrumental matemático, que se encaminha para o discreto e o probabilístico. Essa é a nova linha de pesquisa matemática que começou a se desenvolver no século XX e que, possivelmente, se intensificará durante o século XXI.

A transição do século XIX para o século XX foi dominada pelo ideal de progresso material, simbolizado pela capacidade das máquinas que fazem trabalho (produção em série) e transportam (navios, ferrovias, automóveis e aviões) e uma nova conceituação de tempo como essencial na concepção e realização de todos os novos meios de produção e transporte. As consequências para a vida individual e social são enormes. Como disse Lewis Mumford, num livro clássico publicado em 1934, "O cotidiano é dominado pelo relógio. Os hábitos promovidos pelo relógio e pelo calendário podem conduzir ao tédio e à decadência."

Isso se manifesta muito fortemente no final do século XX, quando surge, com grande vigor, a busca de espiritualidade. Novas seitas religiosas, particularmente cristãs e islâmicas, aparecem em todo o mundo, sendo particularmente atrativas para as classes menos favorecidas e com mais problemas pessoais das sociedades. O reconhecimento das religiões orientais, em especial o budismo, influi na criação de movimentos contestadores. Em particular, os movimentos, sintetizados no termo *hippie*, dos anos 60. E o fundamentalismo se mostra o pensamento de suporte de protesto de enormes massas subjugadas a um poder baseado numa acumulação desmesurada. A manifestação mais notada desse fundamentalismo está nos atentados terroristas e nas reações a eles, conduzidas pelos governos legitimados. É o embate entre o fanatismo e a prepotência.

⁶ **Nota do autor:** Sobre a importância da conferência de David Hilbert e sua influência no desenvolvimento da matemática do século XX, ver Revista Brasileira de História da Matemática, vol.3,nº5 (abril/2003-setembro/2003).

As consequências dessa situação para a educação

Os novos meios de transporte e de comunicação tornaram possível a plena utilização de recursos naturais e humanos para concretizar o ideal de progresso. Isso naturalmente implica ações transnacionais e globais.

A distribuição desequilibrada das riquezas naturais, da população e dos meios financeiros, todas associadas e interdependentes, tem como resposta a busca de estratégias para manutenção de privilégios de determinados grupos. A educação é a estratégia mais eficaz para esse fim. Utilizando o discurso de possibilitar o acesso dos menos favorecidos, os sistemas educacionais são mecanismos de cooptação exercidos por um sistema de avaliação ancorado numa meritocracia perversa. O grande objetivo oculto é a manutenção do status quo. Grupos internacionais, apoiados em grupos locais, estão interessados nessa manutenção. Em consequência, notamos uma notável uniformidade nos sistemas educacionais de todo o mundo.

Após a Segunda Guerra Mundial, é estabelecido o padrão do Banco Mundial e a criação do Fundo Monetário Internacional, como instrumento de reorganização dos sistemas financeiros dos países "vencedores" (aliados) e "perdedores" (eixo). Consolidou-se a hegemonia americana e vencedores e perdedores associam-se em uma nova aliança contra a URSS e o bloco soviético, deflagrando o terrível período da Guerra Fria. Criou-se o eufemismo "Terceiro Mundo" para designar os países marginais a esse processo e a cooptação desses países pelos dois blocos, com vistas à exploração de seus recursos humanos e naturais, teve consequências perniciosas que persistem.

Muitos estarão perguntando: mas o que tem isso a ver com a Matemática e seu ensino?

A história da educação nos mostra que, sempre, as estruturas de poder têm usado a educação como uma importante estratégia para garantir a sua continuidade. Mecanismos de avaliação, associados a promessas e recompensas profissionais, escondem o objetivo de cooptação embutido nos sistemas educacionais.⁷

Uma alternativa é o que chamamos a educação crítica, cujas ideias pioneiras foram explicitadas por Paulo Freire e tiveram repercussão na Etnomatemática e no movimento, iniciado por Marilyn Frankenstein e Arthur J. Powell, denominado "*Critical math education*".

As várias alternativas propostas conduzem, obviamente, a um conceito diferenciado do que é competência matemática, e que não responde, necessariamente, às expectativas expressas

⁷ **Nota do autor:** Avaliações e recompensas não são mecanismos de cooptação exclusivos da educação. Também permeiam todas as instituições, desde o capitão-do-mato até o caçador de andróides. Sobre a estratégia de cooptação, ver o filme O homem que virou suco, de João Batista de Andrade, 1979.

nos testes e exames tradicionais. O conceito de habilidades, e as próprias habilidades numéricas, é outro. Portanto, ao aplicar testes, provas e exames tradicionais, o resultado não pode ser satisfatório. O que se pergunta nessas avaliações não é objeto do novo conceito de habilidades. Os resultados, por vezes desastrosos, são inevitáveis, pois pouco significam para esse novo conceito. Lamentavelmente, tem um caráter de sagrado! Se um aluno não vai bem nessas avaliações, rejeita-se a nova pedagogia, mas não se pensa em adequar as avaliações a ela. Esse é o maior obstáculo à inovação.

A avaliação se torna mais perversa quando é praticada com finalidade classificatória e comparativa. É ainda pior em vista da ampliação de estudos comparativos internacionais, uma consequência obviamente equivocada da globalização característica dos nossos tempos. Particularmente com relação à matemática, esses estudos comparativos têm no *Second International Mathematics Studies/SIMS*, que levou cerca de 10 anos entre sua concepção, condução e conclusões parciais. Lamentavelmente, foram poucos os estudos em profundidade sobre aspectos culturais e sociais sobre os resultados do SIMS. As medidas tomadas em vista dos resultados foram de um impressionante imediatismo e evidentemente paliativas, reforçando a mesmice e deixando de examinar o âmago da questão, que é a natureza da matemática e a complexidade da mente humana, recorrendo a teorias conservadoras da mente e a uma filosofia igualmente conservadora da natureza da matemática. O SIMS tornou-se um modelo no que se refere à avaliação comparativa internacional em grande escala, tais como o TIMSS, o PISA e outros.

A transição do século XX para o século XXI revela a insustentabilidade e vulnerabilidade das instituições, particularmente a escola, que corre o risco de se tornar *desinteressante, obsoleta, inútil*.

Como disse o eminente educador Seymour Papert em 2001:

"Nas escolas estamos longe de mobilizar o potencial de aprendizagem dos alunos e muito, muito longe de mobilizar o potencial global de aprendizagem do mundo.

No meio dessa explosão de mudanças, a instituição ESCOLA continua do mesmo modo em todos os países. Bilhões de dólares são desperdiçados."

O que se necessita é um profundo repensar a educação. Como citado na epígrafe deste trabalho, embora não garanta uma boa educação, sem a tecnologia uma educação de qualidade não poderá se dar. Particularmente, as tecnologias de informação e comunicação.

Essas tecnologias se manifestam, particularmente, na oralidade e na utilização de sinais, no aparecimento da escrita e na invenção da imprensa.

Ao registro de imagens, impulsionados pela invenção da fotografia e do cinema, logo se associou o registro de vozes, com a invenção da telefonia e do rádio. A associação de registros de imagem e voz, criando o cinema falado e, posteriormente, a televisão, embora ainda não sejam amplamente usufruídos na educação, tiveram um grande impacto.

Um grande passo foi, sem dúvida, o surgimento da informática e, em geral, a mídia digital.

É comum falar-se em era da informação, economia do conhecimento, globalização, internet. E ninguém deixa de notar a presença generalizada do computador no cotidiano. Lembro, em particular, o banco eletrônico e a utilização ampla de códigos de barra em vários ramos de atividades.

Talvez o maior impacto na educação venha dos novos conhecimentos sobre aprendizagem, particularmente as teorias da mente, fortemente beneficiadas pelas novas visões resultantes da primatologia, e a ciência da inteligência artificial que, na sua tradução em sala de aula é, essencialmente, a criação dos ambientes de aprendizagem.

O grande desafio que se apresenta para os educadores é a passagem de um pensamento linear, que domina as teorias mais prestigiadas de aprendizagem, para o pensamento complexo. Ou, em outros termos, incorporar, mutuamente, o raciocínio quantitativo e o raciocínio qualitativo.

Essa verdadeira mudança de paradigma tem consequências óbvias na educação, na matemática e, de modo muito especial, na educação matemática. Vivemos outros tempos.

A busca de novas ideologias começa a revelar uma preocupação, sem precedentes ao longo da história da humanidade, com o relacionamento do indivíduo com o outro. A dependência mútua do indivíduo e do outro leva a novas reflexões sobre individualidade e alteridade.

Isto tem profundos reflexos na educação. A crescente mobilidade de indivíduos e de grupos, torna as fronteiras nacionais algo insustentável. O encontro inter-racial e intercultural, particularmente entre jovens é inevitável. Embora ainda haja muita intolerância a respeito desses encontros, a realidade impõe uma superação do drama descrito por W. Shakespeare no seu famoso Romeu e Julieta. Esse é o prenúncio de uma sociedade na qual as relações humanas serão, necessariamente, marcadas pelo convívio com o diferente.

Esse convívio deverá incorporar uma ética maior no relacionamento do indivíduo com o outro diferente. Uma ética da diferença, baseada em respeito pelo outro, com todas as suas diferenças, solidariedade com o outro, com todas as suas diferenças, e cooperação com o outro, com todas as suas diferenças. Essa ética só pode resultar de uma educação que possibilita a utilização de poderosos recursos materiais e intelectuais, focalizada na aquisição

de variados instrumentos comunicativos, analíticos e tecnológicos. Essa educação será, necessariamente, transcultural e transdisciplinar.

A assimilação e domínio desses instrumentos, de natureza transcultural e transdisciplinar, terá reflexos num novo modo de pensar, cujas consequências para o desenvolvimento da matemática são imprevisíveis. A nova matemática terá características resultantes da assimilação, pelas gerações futuras, de instrumentos comunicativos, analíticos e tecnológicos, de natureza transcultural e transdisciplinar. Os raciocínios formais dessa nova matemática dependerão de um tipo de rigor diferente daquele que serve de suporte para a matemática atual.

Por exemplo, lembremo-nos que a álgebra, que foi tão fundamental no desenvolvimento dessa matemática, desenvolveu-se a partir de problemas originados na troca e distribuição de bens materiais. Recursos materiais resultam, em última instância, de uma concepção lavoisieriana. É uma teorização de soma zero [o ganho de um resulta da perda do outro], e fundamentou uma economia de mercado. Quando se fala em outras categorias de bens, como, por exemplo, aqueles baseados em informação e conhecimento, a economia difere fundamentalmente de uma economia de bens materiais. O ganho de um não pressupõe a perda do outro. A distribuição de informação e conhecimento tem soma crescente. Algo que terá um papel equivalente à álgebra será desenvolvido, servindo de suporte ao raciocínio característico da nova matemática.

Mais que em qualquer outro setor da atividade humana, a educação responde ao que o filósofo Hegel chamava *zeitgeist*, o espírito da época. Assim, a educação matemática deverá ser profundamente afetada por essas novas concepções e a insistência em ensinar uma matemática em processo de superação é insatisfatória para os jovens.

A difícil aceitação do novo

O grande obstáculo à inovação é uma mesmice resistente. Como dar início, ou pelo menos preparar, para uma nova educação?

O IITE/INSTITUTE FOR INFORMATION TECHNOLOGY IN EDUCATION, órgão da UNESCO, criado em 2000 e sediado em Moscou⁸, apresenta uma proposta em seis pontos:

1. adotar uma visão do futuro da aprendizagem aceitando o fato que todo aluno terá um computador;
2. comprometer nos cronogramas das escolas preparação para adoção das novas tecnologias;

⁸ Nota do autor: <http://www.iite.ru>

3. criar centros regionais equipados com tecnologia de ponta;
4. estabelecer grupos de pesquisa sobre novos currículos e metodologias de aprendizagem e ensino;
5. incorporar uma nova visão de educação e a aquisição de fluência tecnológica na formação de professores;
6. assegurar atenção às dimensões espirituais, cognitivas sociais e pessoais do crescimento do jovem num contexto de alta tecnologia.

Uma crítica ingênua e, muitas vezes, politicamente demagógica, tais como aquelas envolvendo custo, prioridades e mesmo, como já ouvi, dizendo que essas recomendações favorecem as multinacionais, constituem as maiores dificuldades para a inovação. Inclusive um argumento sobre o interesse das grandes incorporações, como a Microsoft e mesmo a Texas Instruments, que, em uma situação de penúria educacional que passamos, estimulariam os governos a entregarem, em massa, calculadoras aos mais carentes, tendo em vista negócios milionários para suas empresas. O mesmo argumento já ouvi referindo-se ao marketing do fio dental, como saudável para as gengivas (seria uma invenção da Johnson!) e, naturalmente, tecem-se considerações do gênero sobre os interesses das editoras. Claro que, num sistema capitalista, todos esses interesses estão, de fato, interligados. Mas isso não justifica fecharmos os olhos para o futuro ... e deixar que interesses mesquinhos se aproveitem das vantagens que o futuro oferece. A maior vantagem desses interesses mesquinhos é o misticismo que resulta do fato de serem eles os únicos detentores do conhecimento do novo. Nenhum mágico ensina os truques da mágica. Só o "famigerado" Mr. M!

Tentando-se justificar a submissão à prepotência e à arrogância, que caracterizam muitas das instituições atuais, e mascarar a incompetência ou a falta de vontade política das instituições para se lograr uma sociedade mais justa e mais igualitária, é comum atribuir-se a responsabilidade a outros e recusar o novo, como medida de protesto. E assim prosseguir na mesmice!



Reminiscências de minha atuação enquanto presidente do Comitê Interamericano de Educação Matemática (CIAEM)

Farei primeiramente um relato dos anos que precederam minha entrada como participante ativo do Comitê Interamericano de Educação Matemática e depois como seu Presidente, de 1979 a 1987. Não se trata de uma história do CIAEM nem de minha atuação na presidência da organização. Essas são memórias pessoais, algumas com, aparentemente, pouca relação com as atividades do CIAEM. Efetivamente todas as atividades que relato a seguir foram facilitadas pela minha posição de Presidente do CIAEM e, inegavelmente, trouxeram benefícios para minha atuação nessa função.

O CIAEM - Comitê Interamericano de Educação Matemática foi fundado em 1961, por iniciativa de Marshall Stone, então Presidente do ICMI (*International Committee of Mathematical Instruction*). Uma história do CIAEM foi recentemente publicada, numa edição bilíngue: *La História Del Comitê Interamericano de Educación Matemática/The History of the Inter-American Committee on Mathematical Education*, de autoria de Hugo Barrantes e Angel Ruiz [Academia Colombiana de Ciências Exactas, Físicas y Naturales, Bogotá, 1998].

Vejo como as principais razões para a criação do CIAEM a intenção de regionalizar as discussões sobre Educação Matemática e, ao mesmo tempo, dar uma maior presença dos Estados Unidos na América Latina. A UNESCO¹ havia aberto uma Oficina Regional de Ciências e Tecnologia para a América Latina e Caribe (ORCTALC), em Montevideu, e a Organização dos Estados Americanos (OEA) procurava expandir seus programas. Ao mesmo tempo, foram criados Comitês Interamericanos de Educação em Biologia, em Física e em Química. Parece que esses últimos tiveram vida curta.

Quando foram realizadas as 1ª CIAEM/Primeira Conferência Interamericana de Educação Matemática, em 1961 em Bogotá, e 2ª CIAEM, em Lima em 1965, eu não estava muito envolvido com Educação Matemática. Eu lecionava na *State University of New York*², em Buffalo, Estados Unidos, e minha atividade central era a matemática. Minha área central de

¹ **Nota dos editores:** *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*, Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO).

² **Nota dos editores:** SUNY.

pesquisa era Cálculo das Variações e Teoria da Área, e eu começava a me interessar pelo conceito de tempo, particularmente pela estrutura algébrica. Procurava encontrar os fundamentos do relacionamento espaço/tempo. Acho que meu interesse pela História das Ciências começa aí. Naturalmente, para fazer pesquisa em Cálculo das Variações e Teoria da Área já se fazia necessária uma boa entrada na História da Matemática.

O ambiente na SUNY/Buffalo na década de sessenta era muito estimulante. Desenvolvi interesse nos temas interdisciplinares e me envolvi muito com o grupo de pesquisadores sobre o novo pensar nas ciências, que começava a se desenvolver na universidade. Havia sido contratados Ludwig von Bertalanffy (Teoria Geral dos Sistemas), James Danielli, um dos pioneiros da Biologia Molecular, John Eccles e Charles Waddington, pioneiros nas chamadas Ciências da Mente. Havia excelentes grupos de Linguística Computacional e de Música, liderados respectivamente por David Hays e Lukas Foss, e de Crítica Literária, focalizando principalmente o pensamento crítico francês, como Alain Badiou, Jacques Lacan e Michel Foucault, que fizeram uma série de seminários na universidade. Na Matemática, tínhamos muitos visitantes. Particularmente importantes foram Kasimir Kuratowicz, Alexander Grothendieck, Alexander Ostrowski e Gail Young. Com eles desenvolvi um excelente relacionamento. Eu era na época coordenador do programa de pós-graduação em Matemática. Tínhamos 60 estudantes para o PhD, todos com bolsa. Além disso, eu coordenava um programa de pós-graduação em Ciências Naturais, que foi pioneiro como pós-graduação interdisciplinar, enfocando, sobretudo, estudos ambientais. Isso facilitou o relacionamento com todos esses cientistas, que estavam propondo um novo pensar. Acho que aí têm origem as ideias sobre transdisciplinaridade que eu viria desenvolver cerca de 15 anos após.

Meu interesse pela Educação Matemática nessa época era reduzido. Participei de todos os Congressos Internacionais de Matemáticos, desde 1966 até 1990, e das reuniões da *American Mathematical Society*, sempre apresentando trabalho e com alguma função. Mas não participei dos Congressos Internacionais de Educação Matemática, nem das reuniões anuais do *National Council of Teachers of Mathematics*. Gradativamente fui me envolvendo mais com Educação Matemática e Ensino de Ciências.

Em 1968 aconteceu algo importante na minha trajetória acadêmica. A *State University of New York*, assim como outras universidades americanas, resolveu adotar um sistema de quotas na admissão de novos alunos. Todas as admissões deveriam ter 25% de estudantes negros. Isso incluía pós-graduação. Isto significava que dos 60 alunos que seriam admitidos no programa de PhD, 15 deveriam ser negros. Um desafio. Como encontrar 15 bons candidatos negros? Foi necessário um recrutamento nas universidades negras, na sua maioria no Sul dos Estados Unidos. Tive assim uma boa oportunidade de conhecer o sistema universitário americano, não apenas me restringindo às grandes universidades, aquelas

normalmente procuradas pelos estudantes brasileiros que vão para fazer o PhD nos Estados Unidos. Consegui os 15 candidatos. Houve inúmeras dificuldades na condução do programa, mas, no geral, acho que foi enormemente positivo. Meus comentários sobre o sistema de quotas na admissão ficam para um outro depoimento. Assim, comecei a ter uma visão mais ampla do papel social das universidades, de como um sistema educacional pode ser a raiz de iniquidades sociais e do que pode ser feito para corrigir uma organização perversa da sociedade. Daí vem a origem do meu pensar sobre as dimensões políticas da Educação Matemática.

Outro momento privilegiado na minha carreira acadêmica foi um convite para que a *State University of New York* colaborasse num projeto de pós-graduação altamente inovador que a UNESCO estava iniciando na República do Mali, na África. A universidade indicou-me para integrar a equipe internacional de professores, como responsável pela Análise Matemática. Meus colegas vinham da Califórnia [Linguística], da França [Física e Química], do Marrocos [Biologia], da Iugoslávia [Geologia], da Hungria [Geometria], da Inglaterra [Literatura] e mais algumas áreas, de vários países. Foi uma excelente oportunidade de trabalhar num ambiente necessariamente transcultural e transdisciplinar. Meus alunos eram excelentes. Além de me mostrarem qualidades individuais e sociais de uma cultura que, apesar da colonização, conservava parte de sua pureza, também me mostraram que há uma tradição científica e matemática que se mantém, mesmo sendo ignorada e muitas vezes reprimida pelo colonizador. Nessa experiência está o começo de minhas reflexões sobre ciência e cultura, que culminaram no Programa Etnomatemática.

Em 1972 decidi voltar para o Brasil e assumi a direção do Instituto de Matemática, Estatística e Ciência da Computação/IMECC, na UNICAMP. Procurei fazer do IMECC uma instituição forte em pesquisa em matemática pura e aplicada, reforçando as áreas tradicionais. Mas também facilitei a abertura de novos espaços acadêmicos e estimulei grupos que já começavam a mostrar distinção. Floresceram a Lógica Matemática, a Biomatemática, a Modelagem Matemática, a Linguística Computacional, a Inteligência Artificial, entre outros. Novas metodologias foram incorporadas, como a produção de vídeos. E foi muito importante abrir um bom espaço para Educação Matemática. Percebi que a Educação Matemática era prioritária para o Brasil e que eu poderia contribuir muito mais como educador matemático do que como matemático. Praticamente, a partir de então comecei minha trajetória pela Educação Matemática.

A Educação Matemática estava começando a se expandir em todo o mundo, principalmente nos Estados Unidos e na Europa. Dois Congressos Internacionais de Educação Matemática já haviam sido realizados (em 1968, em Lyon, França, e em 1972, em Exeter, Inglaterra) e na América Latina, além da criação do Comitê Interamericano de Educação Matemática, também duas conferências interamericanas tinham sido realizadas. Pelo seu relacionamento

peçoal com Marshall Stone e também por um autêntico interesse em Educação Matemática, o representante brasileiro no comitê era Leopoldo Nachbin. Quando foi anunciada a 3ª Conferência Interamericana de Educação Matemática na Argentina, em Bahia Blanca, resolvi ir. Havia uma boa representação brasileira.

A 3ª CIAEM realizou-se em Bahia Blanca, distante de Buenos Aires. A universidade era nova e o seu Reitor era, naquele momento, Ministro de Educação da Argentina. Claro, isso levou a conferência para lá, com muitos recursos e importantes convidados internacionais, sendo o maior destaque Hans Freudenthal.

Um episódio hilariante se passou na viagem de ônibus, de Buenos Aires a Bahia Blanca. Rebentou o parabrisa, e fizemos boa parte da viagem tomando vento e uma chuvinha miúda. Estavam no ônibus o Professor Benedito Castrucci, com sua esposa, Dona Ermelinda, e Sérgio Lorenzatto. Quando rebentou o parabrisa, os dois assumiram a liderança em tornar a viagem mais alegre, apesar do acidente. Foi divertido, quando os que estavam sentados mais à frente resolveram abrir guarda-chuva.

A conferência se desenvolveu muito bem. Nachbin, que era o representante brasileiro no CIAEM, não pôde ir. Ele indicou para representá-lo um matemático do Rio, não me lembro se foi Carlos Alberto Aragão de Carvalho ou Guilherme de La Penha ou Luis Aduato da Justa Medeiros. Esse representante, que estava estremecido com os outros, coisa comum na matemática brasileira, teve que retornar mais cedo e pediu-me para representá-lo em algumas funções, na verdade representar o Nachbin por tabela. Com isso, me envolvi com a cúpula do CIAEM. Gente que eu não conhecia. Foi muito bom ter feito um bom relacionamento com o Professor Hans Freudenthal.

Alguns anos depois, estive com o Professor Freudenthal na Conferência Internacional sobre "Ensino Integrado de Ciências", promovida pelo ICASE/*International Council of Associations of Science Educators* e pela UNESCO, em Nijmegen, Holanda, em 1978. Freudenthal era um entusiasta da educação integrada de matemática com as demais ciências. Isso dava a ele uma penetração difícil no cenário internacional da educação matemática. Eu, sofrendo toda sorte de rejeição aqui no Brasil ao defender o ensino integrado da matemática com as demais ciências, me sentia muito confortável com Freudenthal e seu grupo no I.O.W.O, hoje Instituto Freudenthal, em Utrecht. Desenvolvi excelente relacionamento com eles. Um outro episódio interessante envolvendo Freudenthal foi em 1984, quando Lauro de Oliveira Lima convidou-me para ser Presidente do 1º Congresso Internacional de Educação Piagetiana, no Rio de Janeiro. Hans Freudenthal, anti-piagetiano, era um dos conferencistas. Foi interessante, pois nem Freudenthal nem eu éramos piagetianos. Fomos uma dissonância no Congresso, muito embora a conferência do Professor Freudenthal tenha sido um sucesso.

Mas o relacionamento mais importante que fiz em Bahia Blanca foi com o Professor Luis Santaló, uma amizade que perdura até hoje. Por seu intermédio estabeleci excelentes relações com a ORCTALC, em Montevideu, e com importantes matemáticos argentinos. Santaló sobreviveu a momentos difíceis na Argentina e sua neutralidade política serviu para importantes pontes com vários outros países. Nos anos 70 e 80, houve uma intensa migração de matemáticos e outros intelectuais, buscando asilo nos países então não sujeitos à ditadura militar. Com todo o horror e desumanidade que esse período representou, uma consequência positiva foi um apoio dos países cientificamente mais desenvolvidos, Argentina, Uruguai, Chile e Brasil, aos demais países da América Latina. Igualmente importante foi a presença de cientistas desses países nos Estados Unidos. Efetivamente, a América Latina mostrou as possibilidades de apoio mútuo no campo universitário e da qualidade de seus cientistas. É lamentável que essa integração, motivada pela adversidade, não tenha sido depois aproveitada. Hoje, enquanto Mercosul e ALCA procuram seus caminhos, a cooperação acadêmica na América Latina é frágil e sem qualquer tipo de apoio efetivo. A aceitação, nos centros mais importantes, de bolsistas dos países menos desenvolvidos, acaba se tornando um benefício para os mais desenvolvidos. É uma forma de *brain-drain* na região, mas não há apoio às universidades mais carentes. Tentamos fazer esse tipo de apoio na UNICAMP, quando foi instituído o Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, com apoio da OEA, de 1975 a 1980. O projeto, embora reconhecido pela OEA como dos mais importantes e produtivos que ela patrocinou, não foi continuado. Esse programa teve grande influência na evolução do CIAEM.

A partir de Bahia Blanca, o Professor Santaló foi o Presidente do CIAEM. Embora eu não tivesse uma função no Comitê, participei muito de várias atividades promovidas pelo CIAEM, sobretudo graças às minhas excelentes relações com a UNESCO e com a OEA. Eu já estava muito conhecido na Educação Matemática na Europa e nos Estados Unidos. Por iniciativa de E.G. Begle havia sido convidado para organizar o importante grupo de estudos sobre "Por que ensinar matemática?" no 3º Congresso Internacional de Educação Matemática, em Karlsruhe, Alemanha. Quando se realizou a 4ª CIAEM, em 1975 em Caracas, eu já era bem conceituado na Educação Matemática. Grande América Latina. A delegação brasileira, com 25 participantes, era a maior das visitantes. Eu tive uma atuação intensa. O Professor Santaló, por razões de saúde, não pôde comparecer e me indicou para ser o novo presidente do CIAEM. Mas na Assembleia dos representantes dos vários países, Leopoldo Nachbin não pôde comparecer e se fez representar por Maria Laura Leite Lopes. Através dela, ele propôs a reeleição do Professor Santaló. Prevaleceu essa indicação e eu fui eleito Vice-Presidente. O Professor Santaló praticamente entregou-me o CIAEM. Como Vice-Presidente, organizei o Boletim do CIAEM, que foi publicado regularmente e até hoje é publicado.

Em 1976 realizou-se o 3º Congresso Internacional de Educação Matemática, em Karlsruhe. Como coordenador do grupo de estudos sobre "Por que ensinar matemática?" eu havia feito

contato com inúmeros matemáticos e educadores de todo o mundo, e dei à minha conferência um cunho histórico, enveredando pelo sociocultural. Vem daí meu envolvimento com a história da matemática e das ciências e com a etnomatemática.

Com o respaldo de ser Vice-Presidente do CIAEM e conhecer o ambiente acadêmico de muitos países, graças ao meu envolvimento com os projetos da UNESCO e da OEA, tive excelente aceitação ao falar de países até então marginalizados na história da matemática e da ciência. Convidado a participar do *Mathematische Forschungsinstitute*, em Oberwolfach, Alemanha, fiz uma conferência sobre a história da matemática na América Latina, em 1981. Já havia sido convidado duas vezes para participar da prestigiosa reunião de Oberwolfach, a primeira como pesquisador em Cálculo das Variações (1974) e depois como Educador Matemático (1975). Incorporei-me, definitivamente, à história da matemática e das ciências, sendo eleito presidente do *International Study Group of the Relations Between History and Pedagogy of Mathematics* (HPM), em 1984, e participei da fundação da Sociedade Latino-Americana de História da Ciência e da Tecnologia, em 1982, e depois fui seu Presidente (1988-1992), e da Sociedade Brasileira de História da Ciência, em 1987, tendo sido depois seu Presidente (1991-1993).

Em 1979 realizou-se a 5ª Conferência Interamericana de Educação Matemática. Foi uma bela conferência. Dentre os convidados estava Hassler Whitney. Fizemos uma excelente amizade. Quando ele foi eleito Presidente do ICMI/*International Commission of Mathematical Instruction*, eu fui eleito Vice-Presidente, de 1979 a 1983. Durante a Assembleia dos representantes nacionais, eu fui eleito Presidente do CIAEM e o Luiz Dante, o Secretário. Demos continuidade ao Boletim e participamos de inúmeras conferências por toda a América Latina.

Nesse próprio ano de 1979, ocorreu algo que veio ter grande influência na minha vida. O CIAEM e o Programa de Mestrado da OEA se ajudavam mutuamente, e com isso eu estava presente em inúmeros eventos na América Latina. Minha presença na Europa e na África era intensa. Minha atuação no ICME 3, em 1976, em Karlsruhe, abordando pela primeira vez questões socioculturais ao falar sobre os objetivos e as metas da educação matemática, e logo em seguida minha atuação destacada no ICM/Congresso Internacional de Matemáticos, em Helsinki, Finlândia, deu-me uma visibilidade maior que a de matemático ou educador matemático. Na África, participei da fundação da União Matemática Africana e da Sociedade Africana para o Avanço das Ciências, e de inúmeros outros eventos. Tive várias outras atuações na Ásia. Meu envolvimento com questões de desenvolvimento e suas consequências culturais e sociais projetou-me além dos ambientes da Matemática (UMI) e da Educação Matemática (ICMI). Minha atuação internacional era tão intensa que, mesmo não sendo funcionário da UNESCO, eu viajava com o passaporte azul das Nações Unidas. Acho que daí veio o apelido "Ubiratour".

Certamente em consequência de minha presença e atuação internacional, em 1979 fui convidado para participar do *Pugwash Conference on Science and World Affairs*, que se realizou no México. A partir de então, fui um membro muito ativo do Pugwash, tendo sido membro do Conselho da organização de 1985 a 1995. Nesse ano, 1995, o Movimento Pugwash recebeu o Prêmio Nobel da Paz. Eu, como os demais membros do Conselho, fui convidado, com toda pompa, a ir receber, das mãos do Rei da Noruega, o prêmio. A cerimônia, que tinha um programa rígido, exigia fraque e outras coisas cerimoniais. Preferi não ir. Mas, obviamente, fiquei muito orgulhoso pelo reconhecimento do trabalho que o Movimento Pugwash faz pela paz.

Um episódio mostra o quanto a dupla capacidade de membro do Pugwash e de Presidente do CIAEM possibilitou ações muito diversas. No início dos anos oitenta, meu relacionamento com a UNESCO fez com que fosse possível arranjar uma visita ao ORCTALC, em Montevideu, para, na qualidade de Presidente do CIAEM, avaliar o estado da educação matemática no país. Mas o objetivo real era uma visita ao eminente matemático José Luiz Massera, que estava preso incomunicável pelo regime militar, missão que me foi dada pelo Conselho da Pugwash. Nos contatos arranjados pela UNESCO, estive com um General que era Ministro, com um Almirante que era Reitor, e fiz ver a eles, agora em nome da Pugwash, a preocupação da comunidade científica internacional com a integridade física e moral do Professor Massera, reconhecido internacionalmente como um dos maiores cientistas da América Latina. Ouviram-me, garantiram que o Professor Massera estava bem, mas não me permitiram visitá-lo. A comunidade internacional deu, assim, alguma proteção à Massera. Com a volta ao regime democrático, Massera foi libertado e voltou às suas atividades políticas, mas não retomou a importante posição que tinha na pesquisa matemática. Através da combinação de funções no CIAEM e no Pugwash, meu envolvimento internacional, com cientistas de várias áreas, foi muito intenso.

A 6ª CIAEM deveria se realizar no México em 1983. Mas devido ao enorme terremoto que abalou o país, a 6ª CIAEM só veio a se realizar em 1985, em Guadalajara, México, onde eu fui reeleito Presidente do Comitê.

Essa conferência foi muito importante, pois num jantar em que estavam todos os brasileiros participantes, ficamos surpresos vendo que muitos só vieram a se conhecer em Guadalajara. Éramos cerca de 14. Não me lembro de todos os que estavam lá. Nesse jantar, num restaurante que tinha uma enorme mesa redonda, fizemos um pacto de corrigir essa situação assim que chegássemos ao Brasil, fundando uma sociedade. Fizemos uma carta selando esse pacto, que todos os presentes assinaram.

Lembro-me de um episódio interessante. Acabado o jantar, pedimos a conta e dividimos a despesa. Pagamos e saímos, depois de muita tequila e alegres por estarmos compromissados

a fundar a nova sociedade. Já estávamos todos na rua, quando veio atrás de nós o maître do restaurante e perguntou a alguns de nós se não havíamos gostado do serviço, dizendo que os "mozos" estavam desapontados, pois não havíamos deixado propina! Que vergonha. Logo fizemos uma nova coleta e deixamos uma boa gorjeta. Isso é a pré-história da SBEM.

Logo depois de voltar ao Brasil, organizamos uma reunião. Puderam comparecer vários dos signatários e alguns outros que, mesmo não tendo ido ao México, apoiavam a ideia de fundar a sociedade. Não lembro quem estava nessa reunião, que foi no meu apartamento, na Av. Moraes Sales, 326, 24º andar, em Campinas. Alto, pertinho do céu! Deve ter sido no final de 1985 ou no início de 1986. Ali demos início ao processo de fundação da Sociedade Brasileira de Educação Matemática³. Mas isso pertence à história da SBEM.

Continuei atuando na Presidência da CIAEM, com muitas atividades pela América Latina. Então, além da ORCTALC, em Montevidéu, a UNESCO havia criado a Oficina Regional de Educação, em Santiago do Chile. A oficina de Montevidéu ficou menos ativa e a de Santiago tornou-se importante apoio para a Educação Matemática.

Em 1980, ainda como Diretor do IMECC, sai em afastamento para os Estados Unidos, assumindo a função de Chefe da Unidade de Melhoramento de Sistemas Educativos, Currículo e Metodologia da Organização dos Estados Americanos, em Washington. Era uma posição focal na América Latina e pude examinar a grande maioria dos projetos de educação de todos os países. Havia poucos projetos do Brasil. Recebi então um outro passaporte diplomático, da OEA, e viajei por toda América Latina e Caribe. Sempre dava um jeito de combinar atividades específicas da OEA com coisas da UNESCO, do CIAEM e da Pugwash. Curioso que muitas vezes eu visitava um país em missão da OEA, mas eu tinha bom relacionamento com o pessoal ligado à UNESCO. Geralmente, eram grupos politicamente em oposição, o que muitas vezes me permitia agir como elemento de conciliação. A África e a Ásia não ficaram esquecidas e eu tinha bom acesso a esses países. Sempre uma atividade apoiando a outra. Às vezes, olhando para alguns relatórios das missões que fiz para a UNESCO e para a OEA, eu mesmo fico surpreso de ver como foi possível combinar todas essas ações.

Esse período de viagens possibilitou envolver-me com outras áreas de conhecimento, conhecer outros grupos e outras realidades. A ideia de etnomatemática concretizou-se internacionalmente em 1984, na conferência plenária de abertura no 5º Congresso Internacional de Educação Matemática/ICME 5, realizado em Adelaide, Austrália. A etnomatemática revelou-se algo muito controvertido. Certos educadores e matemáticos rejeitaram, e alguns ainda rejeitam totalmente a ideia. Eu ter ficado identificado com a palavra etnomatemática deve ter causado algum desconforto e muitos colegas, de várias

³ Nota dos editores: SBEM.

partes do mundo, têm proposto nomes diferentes para a mesma ideia. O fato inegável é que a etnomatemática tornou-se uma direção de crescente importância na história, educação e filosofia matemática.

Levado pela etnomatemática e pela experiência transcultural, proporcionada pela minha grande mobilidade ao ser ativo em vários organismos internacionais, enveredei para reflexões mais abrangentes da problemática de desenvolvimento e da subordinação e repressão cultural. O meu envolvimento com o Movimento Pugwash permitiu perceber indivíduos, comunidades e, mesmo, nações, com um comportamento reprovável, embora tendo atingido um bom nível de conhecimento, com alto grau de escolaridade. O que pode levar indivíduos, comunidades, nações, a um comportamento perverso, mesquinho, inconsequente? Esse tipo de questionamento me levou a um exame das teorias mais aceitas do conhecimento. Percebi que a fragmentação, presente nas teorias mais aceitas, não permite perceber a complexidade das relações entre conhecimento e comportamento. Comecei então a abordar, de forma integrada, a geração, a organização e a difusão do conhecimento. Assim nasceu meu interesse pela transdisciplinaridade.

Dois eventos foram de fundamental importância em 1986. A realização do Simpósio sobre "Ciência e as Fronteiras do Conhecimento", organizado pela UNESCO, em Veneza, e que deu origem à Declaração de Veneza, e o Congresso Internacional de Sociólogos, na Índia, onde falei sobre epistemologias alternativas.

Nesse congresso, o fato de a delegação brasileira ser pequena, permitiu sairmos juntos em visita a sítios importantes e a compras em Nova Delhi. Foram interessantes e agradáveis as conversas com Fernando Henrique Cardoso e Paulo Renato de Souza, que faziam parte da pequena delegação brasileira.

O outro evento, a reunião de Veneza, foi decisivo para o desenvolvimento de uma nova visão sobre conhecimento, ancorada nos conceitos de transculturalidade e transdisciplinaridade. A partir desses conceitos foi possível reorganizar tudo o que eu havia pensado, nos vários contextos em que atuei, sempre com uma inclinação interdisciplinar. O foco, o grande objetivo, do conhecimento, só pode ser entender o homem como um ser vivo procurando satisfazer as pulsões de sobrevivência e de transcendência. Matéria e mente não podem ser examinadas isoladamente. As dimensões cósmica, planetária, social e individual do homem não podem ser entendidas separadamente. O conhecimento só pode ser abordado numa visão holística, transcultural e transdisciplinar. O objetivo maior de uma civilização planetária, com dignidade para todos os povos e culturas, só pode ser atingido pela PAZ.

Obviamente, essas ideias penetraram meu discurso e minha prática como educador matemático. Ser Presidente do CIAEM abria possibilidades de difundir essas ideias, propondo novas direções para a Educação Matemática.

Ter sido um dos signatários da Declaração de Veneza abriu novas possibilidades de atuação no meio universitário brasileiro. Em março de 1987, realizou-se o 1º Congresso Holístico Internacional em Brasília, e aí foi criada a Universidade Holística de Brasília/UNIPAZ, um importante passo no caminho que vai sendo traçado para um novo modelo universitário.

No próprio ano de 1987 realizou-se em Santo Domingo, na República Dominicana, a 7ª Conferência Interamericana de Educação Matemática. Foi uma reunião muito interessante, na qual agucei meu interesse pela Informática Educativa. Eu já estava ativo na IFIP/*International Federation for Information Processing*, sendo membro do seu WG 3.1, Informática e Tecnologias da Comunicação na Educação Secundária, e havia participado da importante reunião de Varna, Bulgária, sobre Informática na Educação, em 1977. Mas foi a partir da 7ª CIAEM que passei a incorporar a Informática, sobretudo Inteligência Artificial, nas minhas reflexões mais amplas sobre conhecimento e comportamento.

Na conferência, foi eleito o novo Presidente da CIAEM, o Professor Eduardo Luna, da *Universidad Católica Madre y Maestra*, da República Dominicana.

Desde então, embora sem a responsabilidade de organizar e executar atividades do CIAEM, tenho continuado ativo na Educação Matemática. Nestes últimos 15 anos, enveredei por novas direções na busca de explicações sobre a realidade, sem abandonar as várias áreas de atuação que desenvolvi no curso da minha carreira. Mas o presente relato abrange apenas os anos em que estive diretamente envolvido com o CIAEM, e termina com a transmissão da presidência do Comitê Interamericano de Educação Matemática para Eduardo Luna.



Que matemática deve ser aprendida nas escolas hoje?

Teleconferência no Programa PEC – Formação Universitária, patrocinado pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, 27 de julho de 2002.

A Declaração Universal dos Direitos Humanos, de 1948, estabelece, no seu Artigo 26, alguns princípios maiores que norteiam os sistemas educacionais de todos os países. Podemos sintetizar esses princípios em três pontos:

1. **Todos têm direito à educação, e a educação deve ser gratuita, ao menos nos estágios elementar e fundamental;**
2. **A educação elementar deve ser compulsória;**
3. **A educação deve ser dirigida para o desenvolvimento pleno da pessoa e para reforçar o respeito pelos direitos humanos e pelas liberdades fundamentais. Deve promover compreensão, tolerância e amizade entre todas as nações, grupos raciais e religiosos, e deve fazer avançar os esforços para se alcançar a PAZ universal e duradoura.**

Uma *educação de qualidade* significa atingir esses três grandes objetivos. As várias disciplinas que comparecem nos programas escolares devem estar subordinadas a esses princípios.

O grande desafio que se apresenta para os educadores matemáticos é reconhecer como o ensino da matemática está inserido e contribuindo para essas metas maiores da educação. Essas metas respondem a uma filosofia de educação muito diferente daquela que prevalecia em meados do século XIX, quando a grande parte dos conteúdos que ainda hoje são ensinados foram incorporados aos sistemas escolares. A educação não era para todos e os grandes objetivos dos sistemas educacionais visavam a consolidação de uma elite dominante. A grande maioria da população mundial vivia sob o regime colonial ou em subordinação quase-colonial. Os programas de matemática respondiam a essa situação. O Brasil não era exceção. Uma rápida análise da história dos currículos de matemática no Brasil confirma isso.

A partir da década de 50, deu-se início a um importante processo de expansão na educação brasileira. Hoje podemos dizer que há possibilidade de termos todas as crianças na educação básica, 1ª a 4ª séries do Ensino Fundamental, somando-se à oferta de vagas das escolas públicas e gratuitas as vagas oferecidas pelas escolas pagas. Mas não basta colocar todas as crianças na escola se insistirmos em programas e conteúdos defasados e obsoletos, em grande parte inúteis e desinteressantes. Esses conteúdos foram introduzidos nos sistemas escolares com outros objetivos, e baseados em conhecimento muito limitado, que prevaleciam no século XIX e grande parte do século XX, sobre como se dá a aprendizagem e sobre a própria natureza da matemática.

Os objetivos que prevaleciam no século XIX e em grande parte do século XX solicitavam modelos de avaliação baseados na retenção dos conteúdos ensinados. Lamentavelmente, esses modelos ainda prevalecem. Ainda se aplicam provas e testes, com resultados de aprovar ou reprovar, embora esses resultados sejam maquiados com muitos outros nomes. Um discurso de qualidade, importado dos modelos empresariais e de produção, e que pouco tem a ver com educação, é estimulado por sistemas de provas e "provões" e vestibulares. O prejuízo desse modelo de avaliação é incalculável. Pode causar evasão, frustração de alunos, pais e professores, e tem pouco efeito no grande objetivo de se atingir uma educação de qualidade, no sentido que mencionei acima.

Uma avaliação adequada deve ser focalizada no aluno como indivíduo, analisando e chamando atenção para seus erros, com muito cuidado para evitar sua humilhação perante os colegas e o seu desencanto com a sua própria aprendizagem. A avaliação é o grande auxiliar do professor para orientar sua ação pedagógica. Permite motivar adequadamente os alunos e definir quais os conteúdos que melhor se adaptam aos interesses deles. Mas isso exige que o professor deixe de cobrar retenção de conteúdos e se liberte da ideia falsa que o programa deve ser cumprido integralmente e na ordem estabelecida.

Por exemplo, não é necessário completar o estudo de inteiros para só então começar a falar de frações. As frações mais simples despertam muito interesse nas crianças. Nas séries iniciais, deve-se falar em números ou em frações de forma concreta. Frações devem ser tratadas como um atributo quantitativo, assim como os números são atributos quantitativos de um conjunto de objetos. As operações não necessitam ser apreendidas em toda a generalidade, e deve-se fazer, desde cedo, ampla utilização de calculadoras.

Não se pode separar aritmética e geometria. Do mesmo modo que a aritmética, as noções de geometria devem ser iniciadas logo nas primeiras séries, também de forma concreta. Familiaridade com as figuras planas e com as formas espaciais deve ser preliminar a toda reflexão sobre as propriedades geométricas, tais como as medidas e as relações de dimensão em geral, como a área, o volume e o perímetro, de figuras e formas. Ao se estudar

essas propriedades, a geometria espacial é mais acessível às crianças que a geometria plana. Deve-se, desde cedo, fazer utilização de instrumentos de medida, como régua, compasso, barbantes e cordas. Alguns desses instrumentos podem ser resultado de acordo em uma classe. Por exemplo, vamos fazer a medida da largura da mesa a partir de canudinhos de refresco. Mas por que não podemos fazer isso com palmos? Deve-se desenvolver o conceito de um acordo estabelecido por um grupo de indivíduos sobre que padrão será adotado para medições. Na verdade, medidas são uma ampliação dos instrumentos comunicativos. Não só a linguagem serve como comunicação, mas também a quantificação de atributos de objetos serve para comunicação. Assim nasceram os sistemas de numeração e o sistema métrico.

Desde as primeiras séries, a evolução da matemática ao longo da história da humanidade, como, por exemplo, os aspectos destacados acima – sistemas de numeração e de medida – deve ocupar uma parte das aulas de matemática. A matemática é parte integrante, de fato essencial, na evolução da humanidade. Isso deve ser destacado, dando especial atenção ao fato de diferentes culturas terem feito diferentes opções para organizarem seus sistemas de numeração e de medidas.

Não há razão para ênfase no ensino de operações com inteiros, pois as calculadoras são partes do cotidiano de toda sociedade. Não há fundamentação convincente sobre as vantagens da chamada APL [aritmética com papel e lápis]. Igualmente, as operações com frações dificilmente têm justificativa para continuarem a ser ensinadas.

Muitos perguntam: mas, então, deve-se deixar de lado o ensino de frações? Não. Conceituadas como razão de duas grandezas, elas são muito importantes. Mas o objeto fração, com o qual se realizam operações, tem nenhuma importância. Recomenda-se muita importância a razões e proporções, que infelizmente têm sido ofuscadas pelas operações com frações. E, portanto, muita importância para a regra de três, que com a utilização de uma calculadora, tem enormes possibilidades de ajudar na solução e análise de situações reais. Isso vai muito além da resolução de problemas. O que queremos é desenvolver a capacidade de lidar com situações novas, que dão origem a problemas. A formulação de problemas pelos alunos, a partir de uma situação nova, é muitíssimo mais importante que a resolução de problemas dados pelo professor. O equivalente geométrico a situações novas são as representações da realidade concreta [modelos] e da realidade imaginária [arte]. Artes e modelagem são o melhor enfoque para a iniciação à geometria. As artes dão grandes oportunidades de desenvolver a criatividade e a inventividade das crianças. Os modelos procuram entender e analisar situações da realidade concreta.

A familiaridade com os tratamentos aritmético e geométrico de representações do real concreto e do real imaginário é o principal objetivo da educação matemática nas primeiras séries do ensino fundamental.

O que tem isso a ver com os três pontos que sintetizam a Declaração Universal dos Direitos Humanos, em particular com a cidadania?

Cidadania tem tudo a ver com a capacidade de lidar com situações novas. Lida-se com situações conhecidas e rotineiras a partir de regras que são memorizadas e obedecidas. Mas o grande desafio está em tomar decisões sobre situações imprevistas e inesperadas, que hoje são cada vez mais frequentes. A tomada de decisões exige criatividade e ética. A matemática é um instrumento importantíssimo para a tomada de decisões, pois apela para a criatividade. Ao mesmo tempo, a matemática fornece os instrumentos necessários para uma avaliação das consequências da decisão escolhida. A essência do comportamento ético resulta do conhecimento das consequências das decisões que tomamos.



O Programa Etnomatemática: história, metodologia e pedagogia

"l'histoire des sciences est avant tout l'histoire de leur esprit philosophique, de la représentation que les hommes se sont faits à chaque instant de l'univers, quand ils essayent de la préciser et de la légitimer, d'apporter leurs preuves et leurs raisons aussi loin qu'ils le peuvent". Abel Rey, 1935.

Ciência moderna

Ao abordar o conhecimento matemático e tomar como referência a ciência acadêmica, ficam privilegiados uma determinada região e um momento na evolução da humanidade. De fato, quando nos referimos à Matemática estamos identificando o conhecimento que se originou nas regiões banhadas pelo Mar Mediterrâneo. Mesmo reconhecendo que outras culturas tiveram influência na evolução dessa forma de conhecimento, sua organização intelectual e social é devida aos povos dessas regiões. Por razões várias, ainda pouco explicadas, a civilização ocidental, que resultou dessas culturas, veio a se impor a todo o planeta. Com ela, a Matemática, cuja origem se traça às civilizações mediterrâneas, particularmente à Grécia antiga, também se impôs a todo o mundo.

Ao atentar nos modos como o processo de evolução da humanidade é descrito, analisado, interpretado e usado nas várias maneiras de se organizar o conhecimento histórico, surgem algumas questões que discutirei a seguir. Mesmo adotando uma postura holística, vou dar maior atenção à história do conhecimento científico, em particular matemático.

A ciência moderna nasceu enquanto o chamado Velho Mundo se deslumbrava com a nova realidade que representou o Novo Mundo e, a partir de então, sua evolução se fez com a necessária participação de todos. Ao reconhecermos uma contribuição mais intensa de cientistas do Velho Mundo na construção da sociedade moderna, é importante lembrar que o cenário natural, cultural e social do Novo Mundo foi fundamental para o imaginário que serviu de base para essa mesma construção e que, até os dias de hoje, a natureza e a cultura exuberantes do hemisfério conquistado ainda ativam esse imaginário.

A presença das Américas na elaboração do pensamento científico e cultural da Europa cresce em importância desde o primeiro século do encontro até os dias de hoje. Um notável esforço

de conciliação faz com que episódios que não podem ser classificados de outra maneira que genocídio humano e cultural, perpetrados nos anos difíceis da época colonial e durante a independência crioula, sejam hoje superados sem rancor e cedam lugar à busca de novos rumos para a humanidade, com a finalidade maior de sobrevivência do planeta e da civilização.

No que se refere ao Novo Mundo, particularmente à América Latina, cabe aos historiadores das ciências a recuperação de conhecimentos, valores e atitudes, muitas vezes relegados a plano inferior, ignorados e às vezes até reprimidos e eliminados, que poderão ser decisivos na busca desses novos rumos. Cabe reconhecer que somos uma cultura triangular, resultado das tradições europeias, africanas e ameríndias, e que isso tem um impacto permanente em nosso cotidiano latino-americano.

O ponto de partida deve ser o que se entende por Matemática e qual o objeto de seu estudo. Isto é, uma reflexão sobre a Filosofia da Matemática. E não se pode negar que a História da Matemática está atrelada à Filosofia da Matemática.

História

A história tem servido das mais diversas maneiras a grupos sociais, desde família, tribos e comunidades, até nações e civilizações. Mas sobretudo tem servido como afirmação de identidade. Em qualquer área do conhecimento, uma vez identificados os objetos do seu estudo, a relação de fatos, datas e nomes depende de registros, que podem ser de natureza muito diversa: memórias, práticas, monumentos e artefatos, escritos e documentos. Essas são as chamadas *fontes históricas*. E a interpretação depende de ideologia, na forma de uma filosofia da história. Esse depender é a essência do que se chama *historiografia*.

A História da Matemática tem sido muito afetada pelas considerações acima. É interessante notar o que o historiador soviético Konstantín Ribnikov diz no capítulo introdutório de seu livro:

"No estrangeiro [Ribnikov vivia na então União Soviética] se dedica grande atenção à história das matemáticas. A ela está dedicado um conjunto de livros e artigos. Nem tudo neles é, porém, fidedigno. Às vezes os autores de obras sobre história da ciência subordinam seu trabalho a fins distantes da objetividade e do caráter científico."

E depois de vários parágrafos de crítica à orientação idealista e reacionária desses livros e artigos, Ribnikov conclui:

"A luta entre as forças progressistas e reacionárias na ciência matemática, que é uma das formas da luta de classes, se revela de forma mais intensa nas questões históricas e filosóficas das matemáticas....Ela [a história da ciência] deve estar bem

organizada como parte da educação ideológica do estudantado e dos trabalhadores científicos."¹

A última frase da citação se aduna com a minha afirmação de não haver como escapar do caráter ideológico da História da Matemática, assim como de reconhecer que a ação educativa é uma ação política.

Ao filósofo das ciências e da tecnologia cabe entender as tramas conceituais que permitem reconhecer, identificar e valorizar formas de explicações e de ações classificadas como científicas e tecnológicas.

Isso é particularmente importante se atentarmos para os descobrimentos e os processos de conquista e colonização. Distorções que deram como resultado a angustiante situação atual de coexistirem um mundo de fartura e prosperidade com um mundo de miséria e desumanidade, e a aterrorizadora perspectiva de extinção da civilização no planeta.

Poderíamos sintetizar essas prioridades perguntando história de quem, do ponto de vista de quem, com que intenções?

Devemos reconhecer que as nações periféricas são não mais que afluentes do curso principal do atual desenvolvimento científico e tecnológico das nações centrais.²

A contribuição dada pelas nações periféricas ao avanço da ciência e da tecnologia das nações centrais é, como um todo, trivial e marginal. Mas é inegável que, embora quantitativa e qualitativamente diferenciada, a produção científica e tecnológica dessas nações relativamente a seu próprio curso histórico tem sido não menos que essencial. O objetivo desta proposta é estudar a historicidade, muitas vezes negada, dessa produção.

Nos países periféricos e nas populações marginalizadas dos países centrais nota-se o mesmo. A atenção dada às contribuições dos locais tem sido quase nenhuma. Embora a produção dos locais tenha sido muitas vezes insignificante, defasada e até mesmo equivocada quando comparada com aquela dos países centrais e das classes dominantes, é importante estimular pesquisa sobre fatos e personagens que tiveram, num certo momento, grande importância e repercussão entre seus pares e sua comunidade. Assim como as ações do presente, em particular a pesquisa científica e tecnológica, devem focalizar prioridades locais, mesmo que

¹ Konstantín Ribnikov: História de las Matemáticas, Editorial Mir, Moscou, 1987; p.19.

² Falo em nações periféricas e nações centrais para me referir àquelas que participaram e participam do processo de globalização do planeta que se iniciou no final do século XV na condição de colônia ou nação politicamente independente mas economicamente dependente, e nações centrais aquelas que foram ou são metrópoles coloniais ou detentoras dos meios e controle de produção e comércio. Em momentos variados, as nações periféricas foram chamadas Terceiro Mundo, subdesenvolvidas, em desenvolvimento, emergentes e outros eufemismos.

muitas vezes essas prioridades não se situem nas fronteiras do conhecimento, a pesquisa histórica também deve ser dirigida a coisas de interesse local.³

Reconheço quão perigosa é essa proposta e o risco de cair no ufanismo que, tanto do ponto de vista histórico quanto para ações no presente, contribui para mascarar a verdade histórica e pode abrir espaço para um desenvolvimento equivocado.⁴ Mas risco não pode ser justificativa para inação.

Ao historiador das ciências e da tecnologia cabe, não apenas, o relato dos grandiosos antecedentes e consequentes das grandes descobertas científicas e tecnológicas, mas sobretudo a análise crítica que revelará acertos e distorções nas fases que prepararam os elementos essenciais para essas descobertas e para sua expropriação e utilização pelo poder estabelecido.

Embora seja uma tendência da historiografia atual encarar o conhecimento científico e tecnológico sob esse prisma, a matemática e a sua história têm sido imunes a essas reflexões. Ainda se tenta justificar o conhecimento matemático por si próprio, e os avanços da matemática são muitas vezes atribuídos somente à dinâmica interna desse conhecimento. Em grande parte isso se deve a quão pouco se sabe sobre a natureza do conhecimento matemático. Num trabalho recente, o matemático Barry Mazur diz:

"Como toda História Intelectual, muito da História da Matemática simplesmente nunca é captada: seus principais artefatos são ideias que passam a maior parte de sua vida em um estado volátil, não registrado. Sua eventual destilação como registro escrito ocorre muito tempo depois de seu descobrimento inicial."⁵

A História da Matemática, que se firmou como uma ciência somente no século passado, tem como grande preocupação o rigor da identificação de fontes que permitem identificar as etapas desse avanço. Isso afeta não só a história da matemática nas nações e populações periféricas, mas igualmente causa distorções na visão de prioridades científicas das nações dominantes.

Creio que é hora de adotarmos novas propostas historiográficas e epistemológicas que permitam lidar com a difícil tarefa de recuperar, na história das ciências e da tecnologia, o

³ Ver Ubiratan D'Ambrosio: "Adequate Mathematics for Third World Countries: Consideranda and Strategies", *Developing Mathematics in Third World Countries*, ed. M. El Tom, Mathematics Studies 33, North-Holland Pub. Co., Amsterdam, 1979; pp.33-46.

⁴ Essa é a razão do grande conflito que se manifesta hoje com relação ao "Afrocentrismo", uma proposta de revisão da história que privilegia a participação africana na construção do conhecimento grego. Um artigo representativo desse movimento é de Beatrice Lumpkin: "Africa, Cradle of Mathematics", *Ganita-Bharati*, vol.19, nos. 1-4(1997),pp-1-10. Uma coleção de artigos que mostram muito bem a intensidade dessas discussões é o livro *Black Athena Revisited*, ed. by Mary R. Lefkowitz and Guy MacLean Rogers, The University of North Carolina Press, Chapel Hill, 1996.

⁵ Barry Mazur: *Conjecture*, *Synthese* 111, 1997;pp.197-210;p.197.

equilíbrio triangular que deve resultar da mescla de tradições indígenas, europeias e africanas na cultura latino-americana.⁶

A busca de alternativas historiográficas que conduzam a uma história que não venha embebida de um determinismo eurocêntrico, favorecendo a manutenção do *status quo* e desencorajando a superação da desvantagem atual, é essencial neste momento de questionamento da atual ordem internacional.

O Programa Etnomatemática

O Programa Etnomatemática teve sua origem na busca de entender o fazer e o saber matemático de culturas marginalizadas. Intrínseco a ele há uma proposta historiográfica que remete à dinâmica da evolução de fazeres e saberes que resultam da exposição mútua de culturas. Em todos os tempos, a cultura do conquistador e do colonizador evolui a partir da dinâmica do encontro. Mesmo livros elementares reconheceram, muito antes do polêmico afro-centrismo, que

"[A ciência helênica] teve seu nascimento na terra dos Faraós de onde os filósofos, que ali iam se instruir com os sacerdotes egípcios, trouxeram os princípios elementares."⁷

O encontro cultural assim reconhecido, que é essencial na evolução do conhecimento, não estava subordinado a prioridades coloniais como aquelas que estabeleceram posteriormente.

O Programa Etnomatemática não se esgota no entender o conhecimento [saber e fazer] matemático das culturas periféricas. Procura entender o ciclo da geração, organização intelectual, organização social e difusão desse conhecimento. Naturalmente, no encontro de culturas, há uma importante dinâmica de adaptação e reformulação acompanhando todo esse ciclo, inclusive a dinâmica cultural de encontros [de indivíduos e de grupos].⁸

Por que Etnomatemática? Poderíamos falar em Etnociência, um campo muito intenso e fértil de estudos, ou mesmo Etnofilosofia.⁹

A melhor explicação para adotar o Programa Etnomatemática como central para um enfoque mais abrangente aos estudos de história e filosofia está na própria construção do termo.

⁶ A figura do equilíbrio triangular devo a Arnaldo Momigliano, "The Fault of the Greeks", *Daedalus*, Spring 1975; pp.9-19.

⁷ J.Boyer: *Histoire des Mathématiques*, Gauthier-Villars, Paris, 1900, p.9.

⁸ Para uma discussão mais elaborada desse programa, ver Ubiratan D'Ambrosio: *Etnomatemática. Arte ou Técnica de Explicar e Conhecer*, Editora Ática, São Paulo, 1990.

⁹ O termo foi utilizado, com muita propriedade, por Gary Urton: *The Social Life of Numbers. A Quechua Ontology of Numbers and Philosophy of Arithmetic*, University of Texas Press, Austin, 1997.

Embora haja uma vertente da etnomatemática que busca identificar manifestações matemáticas nas culturas periféricas tomando como referência a matemática ocidental, o Programa Etnomatemática tem como referências categorias próprias de cada cultura, reconhecendo que é próprio da espécie humana a satisfação de pulsões de sobrevivência e transcendência, absolutamente integrados, como numa relação de simbiose.

A satisfação da pulsão integrada de sobrevivência e transcendência leva o ser humano a desenvolver modos, maneiras, estilos de explicar, de entender e aprender, e de lidar com a realidade perceptível. Um abuso etimológico levou-me a utilizar, respectivamente, *tica* [de *techné*], *matema* e *etno* para essas ações e compor a palavra etno-matema-tica.

O pensamento abstrato, próprio de cada indivíduo, é uma elaboração de representações da realidade e é compartilhado graças à comunicação, dando origem ao que chamamos cultura. Os instrumentos [materiais e intelectuais] essenciais para essa elaboração incluem, dentre outros, sistemas de quantificação, comparação, classificação, ordenação e linguagem. O Programa Etnomatemática tem como objetivo entender o ciclo do conhecimento em distintos ambientes.

A exposição acima sintetiza a motivação teórica que serve de base a um programa de pesquisa sobre a geração, organização intelectual, organização social e difusão do conhecimento. Na linguagem acadêmica, poder-se-ia dizer que se trata de um programa interdisciplinar, abarcando o que constitui o domínio das chamadas ciências da cognição, da epistemologia, da história, da sociologia e da difusão.

Metodologicamente, esse programa reconhece que na sua aventura enquanto espécie planetária, o homem (espécie *homo sapiens sapiens*), bem como as demais espécies que a precederam, os vários homínídeos reconhecidos desde há 4.5 milhões de anos antes do presente, tem seu comportamento alimentado pela aquisição de conhecimento, de fazer(es) e de saber(es) que lhes permitem sobreviver e transcender através de maneiras, de modos, de técnicas ou mesmo de artes [*techné* ou *tica*] de explicar, de conhecer, de entender, de lidar com, de conviver com [*matema*] a realidade natural e sociocultural [*etno*] na qual ele, homem, está inserido. Ao utilizar, num verdadeiro abuso etimológico, as raízes *tica*, *matema* e *etno*, dei origem à minha conceituação de etnomatemática.

Naturalmente, em todas as culturas e em todos os tempos, o conhecimento, que é gerado pela necessidade de uma resposta a problemas e situações distintas, está subordinado a um contexto natural, social e cultural.

Indivíduos e povos têm, ao longo de suas existências e ao longo da história, criado e desenvolvido técnicas de reflexão, de observação, e habilidades (artes, técnicas, *techné*, *ticas*) para explicar, entender, conhecer, aprender para saber e fazer como resposta a necessidades de sobrevivência e de transcendência (*matema*), em ambientes naturais, sociais e culturais (*etnos*) os mais diversos. Desenvolveu, simultaneamente, os instrumentos

teóricos associados a essas técnicas e habilidades. Daí chamarmos o exposto acima de Programa Etnomatemática.

O nome sugere o *corpus* de conhecimento reconhecido academicamente como Matemática. De fato, em todas as culturas encontramos manifestações relacionadas e mesmo identificadas com o que hoje se chama Matemática (processos de organização, classificação, contagem, medição, inferência), geralmente mescladas ou dificilmente distinguíveis de outras formas, hoje identificadas como Arte, Religião, Música, Técnicas, Ciências. Em todos os tempos e em todas as culturas, Matemática, Artes, Religião, Música, Técnicas, Ciências foram desenvolvidas com a finalidade de explicar, de conhecer, de aprender, de saber/fazer e de prever (artes divinatórias) o futuro. Todas, que aparecem, num primeiro estágio da história da humanidade e da vida de cada um de nós, são indistinguíveis, na verdade mescladas, como formas de conhecimento.

O Programa Etnomatemática e a educação atual

Estamos vivendo um período em que os meios de captar informação e o processamento da informação de cada indivíduo encontram nas comunicações e na informática instrumentos auxiliares de alcance inimaginável em outros tempos. A interação entre indivíduos também encontra, na teleinformática, um grande potencial, ainda difícil de se aquilatar, de gerar ações comuns. Nota-se em alguns casos o predomínio de uma forma sobre outra, algumas vezes a substituição de uma forma por outra e mesmo a supressão e a eliminação total de alguma forma, mas na maioria dos casos o resultado é a geração de novas formas culturais, identificadas com a modernidade. Ainda dominadas pelas tensões emocionais, as relações entre indivíduos de uma mesma cultura (intraculturais) e, sobretudo, as relações entre indivíduos de culturas distintas (interculturais) representam o potencial criativo da espécie. Assim como a biodiversidade representa o caminho para o surgimento de novas espécies, na diversidade cultural reside o potencial criativo da humanidade. As consequências dessas mudanças na formação de novas gerações exige reconceituar a educação.¹⁰

A pluralidade dos meios de comunicação de massa, facilitada pelos transportes, levou as relações interculturais a dimensões verdadeiramente planetárias. Inicia-se assim uma nova era, que abre enormes possibilidades de comportamento e de conhecimento planetários, com resultados sem precedentes para o entendimento e harmonia de toda a humanidade.

Tem havido o reconhecimento da importância das relações interculturais. Mas lamentavelmente ainda há relutância no reconhecimento das relações intraculturais na educação. Ainda se insiste em colocar crianças em séries de acordo com idade, em oferecer o mesmo currículo numa mesma série, chegando ao absurdo de se propor currículos nacionais.

¹⁰ Ver Ubiratan D'Ambrosio: *Educação para uma Sociedade em Transição*, Editora Papirus, Campinas, 1999.

E ainda maior absurdo de se avaliar grupos de indivíduos com testes padronizados. Trata-se efetivamente de uma tentativa de pasteurizar as novas gerações!

Não se pretende a homogeneização biológica ou cultural da espécie, mas sim a convivência harmoniosa dos diferentes, através de uma ética de respeito mútuo, solidariedade e cooperação.

Naturalmente, sempre existiram maneiras diferentes de explicar e de entender, de lidar e conviver com a realidade. Agora, graças aos novos meios de comunicação e transporte, essas diferenças serão notadas com maior evidência, criando a necessidade de um comportamento que transcenda mesmo as novas formas culturais. Eventualmente, o tão desejado livre arbítrio, próprio de ser [verbo] humano, poderá se manifestar num modelo de transculturalidade que permitirá que cada ser [substantivo] humano atinja a sua plenitude.

Um modelo adequado para se facilitar esse novo estágio na evolução da nossa espécie é a chamada Educação Multicultural, que vem se impondo nos sistemas educacionais de todo o mundo.

Sabemos que no momento há mais de 200 estados e aproximadamente 6.000 nações indígenas no mundo, com uma população totalizando entre 10%-15% da população total do mundo. Embora não seja o meu objetivo discutir Educação Indígena, os aportes de especialistas na área têm sido muito importantes para se alertar sobre os perigos de uma educação que se torne um instrumento de reforço dos mecanismos de exclusão social.

Dentre os vários questionamentos que levam à preservação de identidades nacionais, muitas se referem ao conceito de conhecimento e às práticas associadas a ele. Talvez a mais importante a se destacar seja a percepção de uma dicotomia entre saber e fazer, própria dos paradigmas da ciência moderna iniciada por Galileu, Descartes, Newton e outros, e que prevalece no mundo chamado "civilizado".

A ciência moderna surgiu, praticamente, ao mesmo tempo em que se deram as grandes navegações, que resultaram na conquista e na colonização, e na imposição do cristianismo a todo o planeta. A ciência moderna, originada das culturas mediterrâneas e substrato da eficiente e fascinante tecnologia moderna, foi logo identificada como protótipo de uma forma de conhecimento racional. Definiram-se, assim, a partir das nações centrais, conceituações estruturadas e dicotômicas do saber [conhecimento] e do fazer [habilidades].

É importante lembrar que praticamente todos os países adotaram a Declaração de Nova Delhi (16 de dezembro de 1993), que é explícita ao reconhecer que

"a educação é o instrumento preeminente da promoção dos valores humanos universais, da qualidade dos recursos humanos e do respeito pela diversidade cultural" (2.2)

e que

"os conteúdos e métodos de educação precisam ser desenvolvidos para servir às necessidades básicas de aprendizagem dos indivíduos e das sociedades, proporcionando-lhes o poder de enfrentar seus problemas mais urgentes -- combate à pobreza, aumento da produtividade, melhora das condições de vida e proteção ao meio ambiente -- e permitindo que assumam seu papel por direito na construção de sociedades democráticas e no enriquecimento de sua herança cultural" (2.4).

Nada poderia ser mais claro nesta declaração que o reconhecimento da subordinação dos conteúdos programáticos à diversidade cultural. Igualmente, o reconhecimento de uma variedade de estilos de aprendizagem está implícito no apelo ao desenvolvimento de novas metodologias.

Essencialmente, essas considerações determinam uma enorme flexibilidade tanto na seleção de conteúdos quanto na metodologia.

A Matemática no Programa Etnomatemática

A abordagem a distintas formas de conhecer é a essência do Programa Etnomatemática. Na verdade, diferentemente do que sugere o nome, Etnomatemática não é apenas o estudo de "matemáticas das diversas etnias". Repetindo, lembro que para compor a palavra Etno-matema-tica, utilizei as raízes *tica*, *matema* e *etno* com a finalidade de enfatizar que há várias maneiras, técnicas, habilidades (*ticas*) de explicar, de entender, de lidar e de conviver com (*matema*) distintos contextos naturais e socioeconômicos da realidade (*etnos*).

A disciplina denominada Matemática é, na verdade, uma Etnomatemática que se originou e se desenvolveu na Europa, tendo recebido importantes contribuições das civilizações do Oriente e da África, e que chegou à forma atual nos séculos XVI e XVII. A partir de então, nessa forma estruturada, foi levada e imposta a todo o mundo. Hoje, essa matemática adquire um caráter de universalidade, sobretudo devido ao predomínio da ciência e tecnologia modernas, que foram desenvolvidas a partir do século XVII na Europa.

Essa universalização é um exemplo do processo de globalização que estamos testemunhando em todas as atividades e áreas de conhecimento. Falava-se muito das multinacionais. Hoje, as multinacionais são, na verdade, empresas globais, para as quais não é possível identificar uma nação ou grupo nacional dominante.

Essa ideia de globalização já começa a se revelar no início do cristianismo e do islamismo. Diferentemente do judaísmo, do qual essas religiões se originaram, bem como de inúmeras outras crenças nas quais há um povo eleito, o cristianismo e o islamismo são essencialmente religiões de conversão de toda humanidade à mesma fé, com o ideal de subordinar todos os povos a uma mesma autoridade religiosa. Isso fica evidente nos processos de expansão do Império Romano cristianizado e do Islão.

O processo de globalização da fé cristã se aproxima do seu ideal com as grandes navegações. O catecismo, elemento fundamental da conversão, é levado a todo o mundo. Assim como o cristianismo é um produto do Império Romano, levado a um caráter de universalidade com o colonialismo, também o são a matemática, a ciência e a tecnologia.

No processo de expansão, o cristianismo foi se modificando, absorvendo elementos da cultura subordinada e produzindo variantes notáveis do cristianismo original do colonizador. Esperar-se-ia que, igualmente, as formas de explicar, conhecer, lidar, conviver com a realidade sócio-cultural e natural, obviamente distintas de região para região, e que são as razões de ser da Matemática, das ciências e da tecnologia, também passassem por esse processo de "aclimação", resultado de uma dinâmica cultural. No entanto, isso não se deu e não se dá e esses ramos do conhecimento adquiriram um caráter de absoluto universal. Não admitem variações ou qualquer tipo de relativismo. Isso se incorporou até no dito popular "tão certo quanto dois mais dois são quatro". Não se discute o fato, mas sua contextualização na forma de uma construção simbólica que é ancorada em todo um passado cultural.

A Matemática tem sido conceituada como a ciência dos números e das formas, das relações e das medidas, das inferências, e suas características apontam para precisão, rigor, exatidão. Os grandes heróis da Matemática, isto é, aqueles indivíduos historicamente apontados como responsáveis pelo avanço e consolidação dessa ciência, são identificados na Antiguidade grega e, posteriormente, na Idade Moderna, nos países centrais da Europa, sobretudo Inglaterra, França, Itália, Alemanha. Os nomes mais lembrados são Descartes, Galileu, Newton, Leibniz, Hilbert, Einstein, Hawking. São ideias e homens originários de nações ao Norte do Mediterrâneo.

Portanto, falar dessa Matemática em ambientes culturais diversificados, sobretudo em se tratando de nativos ou afro-americanos ou outros não europeus, de trabalhadores oprimidos e de classes marginalizadas, além de trazer a lembrança do conquistador, do escravista, enfim, do dominador, também se refere a uma forma de conhecimento que foi construído por ele, dominador, e da qual ele se serviu e se serve para exercer seu domínio.

Muitos dirão que isso também se passa com calças "jeans", que se mescla com as vestes tradicionais, ou com a "Coca-Cola", que aparece como uma opção para o guaraná, ainda preferido por muitos, ou com o rap, que está se popularizando e, junto com o samba, produzindo um novo ritmo. As formas tradicionais [do dominado] permanecem e, naturalmente, se modificam pela presença das novas [do dominador]. Mas também as formas novas, do dominador, são modificadas no encontro com as formas tradicionais, do dominado. A religião e a língua do dominador se modificaram ao incorporar as tradições do dominado.

Mas a Matemática, com seu caráter de infalibilidade, de rigor, de precisão e de ser um instrumento essencial e poderoso no mundo moderno, teve sua presença firmada excluindo

outras formas de pensamento. Na verdade, ser racional é identificado com dominar a Matemática. A Matemática se apresenta como um deus mais sábio, mais milagroso e mais poderoso que as divindades tradicionais e outras tradições culturais.

Se isto pudesse ser identificado apenas como parte de um processo perverso de aculturação, através do qual se elimina a criatividade essencial ao ser [verbo] humano, eu diria que essa escolarização é uma farsa. Mas é muito pior, pois na farsa, uma vez terminado o espetáculo, tudo volta ao que era. Enquanto na educação o real é substituído por uma situação que é idealizada para satisfazer os objetivos do dominador. Nada volta ao real ao terminar a experiência educacional. No processo, o aluno tem suas raízes culturais, parte de sua identidade, eliminadas. Essa eliminação produz o excluído.

Isto é evidenciado, de maneira trágica, na Educação Indígena. O índio passa pelo processo educacional e não é mais índio ... mas tampouco branco. Sem dúvida, a elevada ocorrência de suicídios entre as populações indígenas está associada a isso. Ora, isso se passa da mesmíssima maneira com as classes populares, mesmo não índios. Exatamente isso se dá com uma criança, com um adolescente e mesmo com um adulto ao se aproximar de uma escola. Se os índios praticam suicídio, o que nas suas relações intraculturais não é impedido, a forma de suicídio praticada nas outras camadas da população é uma atitude de descrença, de alienação, e mesmo niilismo, tão bem mostrado nos filmes recentes *Kids* e *Beleza Americana*.

Uma pergunta natural depois dessas observações pode ocorrer: seria melhor, então, não ensinar matemática aos nativos e aos marginalizados? Essa pergunta se aplica a todas as categorias de saber/fazer próprios da cultura do dominador, com relação a todos os povos que mostram uma identidade cultural.

Não se questiona a conveniência e mesmo a necessidade de ensinar aos dominados a língua, a matemática, a medicina, as leis do dominador, sejam esses índios e brancos, pobres e ricos, crianças e adultos. Chegamos a uma estrutura de sociedade e a conceitos de cultura, de nação e de soberania que impõem essa necessidade. O que se questiona é a agressão à dignidade e à identidade cultural do dominado.

A responsabilidade maior dos teóricos da educação é alertar para os danos irreversíveis que se podem causar a uma cultura, a um povo e a um indivíduo se o processo for conduzido levianamente, muitas vezes até com boa intenção, e fazer propostas para minimizar esses danos. Muitos educadores não se dão conta disso.

A dimensão política do Programa Etnomatemática

Naturalmente, há um importante componente político nessas reflexões. Apesar de muitos dizerem que isso é jargão ultrapassado de esquerda, é claro que continuam a existir as classes dominantes e subordinadas, tanto nos países centrais quanto nos periféricos.

Faz sentido, portanto, falarmos de uma "matemática dominante", que é um instrumento desenvolvido nos países centrais e muitas vezes utilizado como instrumento de dominação. Essa matemática e os que a dominam se apresentam com postura de superioridade, com o poder de deslocar e mesmo eliminar a "matemática do dia a dia". O mesmo se dá com outras formas culturais. Particularmente interessantes são os estudos de Basil Bernstein sobre a linguagem. São conhecidas inúmeras situações ligadas ao comportamento, à medicina, à arte e à religião. Todas essas manifestações são referidas como cultura popular.

A cultura popular, embora seja viva e praticada, é muitas vezes ignorada, menosprezada, rejeitada, reprimida e, certamente, diminuída. Isto tem como efeito desencorajar e até eliminar o povo como produtor e mesmo como entidade cultural.

Isso não é menos verdade com a Matemática. Em particular na Geometria e na Aritmética se notam violentas contradições. Por exemplo, a geometria do povo, dos balões e dos papagaios, é colorida. A geometria teórica, desde sua origem grega, eliminou a cor. Muitos leitores a essa altura estarão confusos. Estarão dizendo: mas o que isso tem a ver com Matemática? Papagaios e balões? Cores?

Tem tudo a ver, pois são justamente essas as primeiras e mais notáveis experiências geométricas. E, todos concordam, que a reaproximação de Arte e Geometria não pode ser alcançada sem o mediador cor. Na Aritmética, o atributo do número na quantificação é essencial. Duas laranjas e dois cavalos são "dois" distintos. Chegar ao "dois" sem qualificativo, abstrato, assim como à Geometria sem cores, é o ponto crítico na elaboração de uma Matemática teórica.

O cuidado com a passagem do concreto para o abstrato é fundamental na Educação. Trabalhar adequadamente esse momento talvez sintetize tudo que há de importante nos programas de Matemática Elementar. O resto do que constitui os programas são técnicas que pouco a pouco vão se tornando interessantes e necessárias, para uns, e menos interessantes e necessárias para outros.

O que justifica o papel central das ideias matemáticas em todas as civilizações [etnomatemáticas] é o fato de ela fornecer os instrumentos intelectuais para lidar com situações novas e definir estratégias de ação. Portanto a etnomatemática do indígena serve, é eficiente e adequada para as coisas daquele contexto cultural, naquela sociedade. Não há porque substituí-la. A etnomatemática do branco serve para outras coisas, igualmente muito importantes, propostas pela sociedade moderna e não há como ignorá-la. Pretender que uma seja mais eficiente, mais rigorosa, enfim melhor que a outra é, se removida do contexto, uma questão falsa e falsificadora.

O domínio de duas etnomatemáticas, e possivelmente de outras, oferece maiores possibilidades de explicações, de entendimentos, de manejo de situações novas, de resolução de problemas. É exatamente assim que se faz boa pesquisa matemática — e na

verdade pesquisa em qualquer outro campo do conhecimento. O acesso a um maior número de instrumentos e de técnicas intelectuais dá, quando devidamente contextualizados, muito maior capacidade de enfrentar situações e problemas novos, de modelar adequadamente uma situação real para, com esses instrumentos, chegar a uma possível solução ou curso de ação.

Isto é aprendizagem por excelência, isto é, a capacidade de explicar, de apreender e compreender, de enfrentar, criticamente, situações novas. Aprender não é o mero domínio de técnicas, habilidades e nem a memorização de algumas explicações e teorias.

A adoção de uma nova postura educacional é a busca de um novo paradigma de educação que substitua o já desgastado ensino-aprendizagem, que é baseado numa relação obsoleta de causa-efeito.

Procura-se uma educação que estimule o desenvolvimento de criatividade desinibida, conduzindo a novas formas de relações interculturais e intraculturais. Essas relações caracterizam a educação de massa e proporcionam o espaço adequado para preservar a diversidade e eliminar a desigualdade discriminatória, dando origem a uma nova organização da sociedade. Fazer da Matemática uma disciplina que preserve a diversidade e elimine a desigualdade discriminatória é a proposta maior de uma Matemática Humanística. A Etnomatemática tem essa característica.



Educar para uma civilização planetária

Este é um roteiro para estimular e orientar as reflexões que farei sobre a possibilidade de uma visão humanística da educação reflexiva, conciliando o que chamamos de ciências exatas ou duras e a tecnologia com o que se costuma chamar de ciências humanas. Como fruto de uma excessiva especialização e um certo deslumbramento com os assombrosos avanços das ciências e da tecnologia, criou-se a imagem de duas culturas, as ciência e tecnologias e as humanidades. Essa dicotomia é falsa e a sobrevivência da civilização no planeta Terra depende de reconhecer esse equívoco.

Cenários sócio-político-econômicos para o século

Um século é um período longo. No decorrer deste século¹ deve haver o surgimento de uma nova ordem social, política e econômica. Estamos vivendo esse processo, embora muitas vezes se tenha a impressão de ser impossível mudar.

É evidente a fragilidade da atual organização da sociedade, na qual os excluídos logo serão as maiorias da população. É necessário reverter o quadro, indo em direção à não existência de excluídos. Em outros tempos, o confinamento e a eliminação eram as práticas para lidar com a presença incômoda de indesejáveis. Hoje essas soluções são impraticáveis e as sociedades deverão evoluir para permitir que todos se beneficiem da civilização moderna. Muitos dizem que sou um otimista ingênuo. Há indicadores dessa tendência. A análise da história da humanidade mostra a irreversibilidade dessa tendência, embora esse não seja um processo linear. Há altos e baixos. Sem dúvida, estamos vivendo um momento de baixa. Mas essa análise não pode ser feita num período curto de tempo.

Sobre a educação

O sistema político funciona ancorado em duas bases: legal [constituição, leis, códigos, normas, regulamentos e semelhantes] e representativo [executivo eleito, parlamentares eleitos e, cada vez mais, cargos burocrático-administrativos preenchidos por eleição ou concurso – que é uma variante de eleição]. Os resultados nesse processo de escolha para a gestão da sociedade dependem, em grande parte, de educação.

A educação atual está tendo como grandes objetivos a inclusão das populações no mercado de consumo e alguns, selecionados, no setor de produção. Surgem marginais e excluídos, graças à ineficiência da educação. Desses marginais e excluídos, que crescem, surgirão os

¹ **Nota dos editores:** Refere-se ao século XX.

elementos capazes de mudar a sociedade. O progresso "corre por fora", a reação se organiza no sistema.

Sobre a economia

A economia baseada no capital e no sistema de produção capitalista só pode prosseguir com melhoria de poder aquisitivo por maior número de indivíduos. O capital, que cresce baseado num sistema de juros, acarreta má distribuição de riquezas. A produção, que com o desenvolvimento tecnológico aumenta e ao mesmo tempo gera desemprego, gera uma contradição insustentável entre emprego e salário. Indicadores dessa contradição são os chamados salário-desemprego, renda mínima e as permanentes argumentações a favor do aumento de salário mínimo como necessário para aumentar o poder aquisitivo. Simplesmente, o aumento da produção não pode se dar sem aumento de consumo. Em outras palavras, sem aumento de poder aquisitivo e de capacidade de consumir, o capitalismo não se sustenta. Salário está diretamente ligado a poder aquisitivo. Educação está diretamente ligada a vontade e capacidade de consumir.

A questão maior a ser resolvida é: "combinar menos horas de trabalho com mais empregos e maior poder aquisitivo". As teorias econômicas conhecidas são incapazes de lidar com essas contradições. Indicadores dessa incapacidade são os desencontros e desmandos de propostas de escolas econômicas diferentes. Uma nova economia se faz necessária. Provavelmente substituindo capital por produção participativa.

O futuro

Em 1993 foi criado o Instituto de Estudos do Futuro, como resultado de um grande evento internacional "Educação do Futuro/Educação para a Paz" realizado em 1992 no Memorial da América Latina, em São Paulo. A Comissão Organizadora decidiu, após o evento, manter-se ativada, analisando e fazendo avançar as ideias e propostas ali apresentadas. A forma de se manter ativada foi a criação de um Instituto, sem sede permanente, sem quadros permanentes, sem fins lucrativos, aberto a todas as posições ou opiniões expressas em caráter pessoal, jamais preocupado em algo que representa consenso, exceto o fato de todas as posições e opiniões terem como objetivo atingir paz para a humanidade, paz em todas as suas dimensões: paz interior, paz social, paz ambiental e paz militar. Pretende-se agir como a consciência daqueles que têm poder de decisão.

Não há como propor um modelo substitutivo dos modelos vigentes, em qualquer área. É possível procurar, num enfoque transdisciplinar, entender a condição humana, as condições da sociedade e da economia, sugerindo medidas para atingir a paz total, nas suas dimensões cósmica, planetária, social e individual. Acredito na possibilidade de um futuro com dignidade para toda a humanidade.

As mudanças profundas são o resultado de um processo. Não há mais possibilidades de grandes revoluções. Os meios de informação, de comunicação, de transporte, isto é, a globalização efetiva, tornam inviável uma revolução radical. Além do que revolução significa uma substituição de poder e, como a história nos ensina, o novo poder entra no mesmo comportamento. O poder, no sentido tradicional, é inviável na globalização. A transição para um novo modelo, na linha daquele sugerido acima, está ocorrendo. Há evidentes indicadores dessa transição. É uma transição lenta. Num momento avança um pouco, há um progresso, logo vem a reação e há um regresso. Mas o regresso nunca elimina todos os ganhos do progresso. O saldo é positivo e esse saldo, acumulado, é o que define o novo cenário. A transformação é permanente. Aqueles que têm poder de decisão deveriam ser capazes de antecipar o que será o saldo residual inevitável, isto é, o novo cenário, e incorporar esse novo na sua prática de hoje. Em outras palavras, perceber o futuro. É nisso que os estudos do futuro, como uma especialidade acadêmica, pode ajudar. É ingênuo o líder [político, dirigente, educador] que não busca essa ajuda.

A depredação do habitat

Há inúmeros estudos técnicos sobre a possibilidade de reversão do quadro de degradação e destruição ambiental que estamos vivendo. Mas os processos, embora tecnicamente conhecidos e relativamente simples, são longos, mais que o período que os tornam atrativos para os políticos. Como dependem de decisão política, esses processos não são deslanchados. Mas serão inevitáveis ações ambientais decisivas. Por exemplo, a contradição entre a qualidade e suntuosidade dos edifícios que estão sendo construídos nas marginais tornam intolerável o convívio das empresas ali instaladas com o rio poluído. Terá que ser resolvido. Ao se resolver isso, estará sendo encaminhada a solução dos problemas afetando as populações marginais nas cercanias do rio. O empecilho é uma legislação arcaica, um judiciário lento e inoperante, e quadros políticos muito vulneráveis.

Haverá condições de evitar a catástrofe? Acredito que sim, e estamos próximos à conjugação de interesses da economia com o fortalecimento dos poderes públicos, o que tornará possível corrigir o quadro atual. O caminho mais seguro continua sendo a educação. Mas obviamente uma outra educação, de caráter transdisciplinar, objetivando criatividade e crítica. Quando falo em educação, estou me referindo à educação de crianças, jovens e adultos, incluindo daqueles já em posição de decisão. Nessa educação, tanto de crianças como de jovens e adultos, o papel da mídia é fundamental.

A ciência e os cientistas estão ainda presos aos modelos cartesianos e newtonianos, já desgastados e evidentemente incapazes de lidar com a complexidade do mundo moderno. Há um grande progresso com novos estudos no mundo científico, que surgiram na última metade do século XX, sob denominações às mais diversas: teoria das catástrofes, teoria do

caos, teoria de sistemas, complexidade, transdisciplinaridade. Aos poucos, essas teorias vão se incorporando ao mundo acadêmico. É o progresso. A reação se organiza e cientistas tradicionais tentam barrar esses avanços. É o regresso. Mas, como eu disse acima, o saldo é positivo, e se notam grandes transformações no mundo acadêmico e escolar. E, como consequência, o cotidiano, as empresas e os sistemas de produção, vão avançando com relação à imobilidade e reação do mundo acadêmico.

Ainda sobre a educação

Um indicador da inocuidade das reações e protestos do mundo acadêmico e dos setores mais conservadores é a grande expansão dos sistemas privados de educação, que prosperam porque respondem mais rapidamente às demandas do mundo atual, sobretudo respondendo às necessidades dos setores empresarial e de produção. Sobretudo na educação superior, o discurso dominante de uma qualidade arcaica vai se esvaziando. Parece intolerável o convívio do mundo fora da escola e do mundo escolar. O exemplo dado acima, de poluição de rios, serve também para descrever os problemas da educação. Embora sabendo o que deve ser feito, o processo é longo, mais que o período atrativo para políticos. O apego ao tradicional se manifesta, sobretudo, nos mecanismos de credenciamento e de avaliações ["provões"] alimentados pelo Ministério de Educação. São mecanismos arcaicos e insustentáveis que, além de retardar o progresso, dão uma aura, falsificadora, de seriedade no lidar com os problemas educacionais.

O salto de conhecimento para o qual o homem está se preparando para dar, ainda que inconscientemente, é resultado de toda a sua evolução biológica e intelectual.

A evolução biológica e intelectual continua. Comportamentos e conhecimentos estão em permanente evolução e, como não pode deixar de ser, são contextualizados, inseridos na totalidade em que estamos imersos. Hoje dispomos de poderosíssimos instrumentos materiais e intelectuais para captar informações de uma vastíssima porção da realidade, processar essa informação e compartilhar o resultado desse processamento praticamente com toda a humanidade. Hoje cada indivíduo pode compartilhar conhecimentos e compatibilizar comportamentos com um número surpreendente de outros indivíduos espalhados pelo planeta. Esse número deve crescer, chegando eventualmente a atingir toda a humanidade. Inconscientemente, estamos incorporando esse compartilhar conhecimentos e compatibilizar comportamentos na nossa evolução biológica e intelectual. Estamos, inconscientemente, chegando à civilização planetária.

Inúmeras evidências nos são dadas pela história e servem de base para minhas críticas e observações sobre o presente. A análise do passado serve de apoio para minhas reflexões otimistas sobre o futuro.



Educação Matemática e a crise da civilização moderna¹

Resumen

El año 2000 fue declarado por la UNESCO el Año Internacional de la Cultura de Paz, y también, por la Unión Matemática Internacional, el Año Internacional de la Matemática. Al mismo tiempo la entrada en el nuevo milenio sufre el impacto de violaciones de la paz.

VIOLACIÓN DE LA PAZ MILITAR: El año 2001 impacto a todo el mundo por los ataques terroristas del 11 de septiembre en Estados Unidos y por la impresionante respuesta militar ejecutada bajo el liderazgo de Estados Unidos. Ambos, el ataque terrorista y las acciones militares, serían imposibles sin un alto nivel matemático.

VIOLACIÓN DE LA PAZ SOCIAL: Un otro sector de la vida moderna, el económico y de las finanzas, que afecta particularmente nuestro Cono Sur, revela desajustes colosales, con terribles reflejos en el cotidiano y la calidad de vida de nuestras poblaciones. Dependen de una ciencia económica que se tornó uno de los ramos más importantes de la matemática.

VIOLACIÓN DE LA PAZ AMBIENTAL: Las grandes transformaciones ambientales que resultan en perturbaciones meteorológicas de terribles consecuencias, como la sequilla y sus efectos en la producción agrícola y energética, en inundaciones y muertes, es resultado de una agricultura genéticamente transformada y emisiones químicas ofensivas a la atmósfera, posibles por la nueva biología y química que se desarrollaron gracias a un poderoso instrumental matemático.

VIOLACIÓN DE LA PAZ INTERIOR: Una de las causas de frustración es el sentido de sentirse marginada en los sectores de decisión en la familia, en el trabajo, en la política. Los modelos corrientes de decisión son resultado de una matemática social que se desarrolló a partir del siglo XIX. Además, las presiones en la escuela, con la insistencia cada vez más generalizada, de sumisión a indicadores como el Q.I. y sus versiones modernas de los testes estandarizados.

Muchos preguntan ¿qué tienen la educación matemática a ver con eso?

El foco de este trabajo es una reflexión sobre una posible ética intrínseca al saber y hacer matemático, y sus implicaciones para el objetivo mayor de la educación, que es la búsqueda de PAZ en sus múltiples dimensiones: PAZ INTERIOR, PAZ SOCIAL, PAZ AMBIENTAL, PAZ MILITAR.

¹ VI Reunión de Didáctica de la Matemática del Cono Sur, Buenos Aires, 22 al 26 de julio de 2002.

Introdução

O ano 2000 foi declarado pela UNESCO Ano Internacional da Cultura da Paz.² Coincidentemente, a União Matemática Internacional declarou 2000 o Ano Internacional da Matemática.³

A questão que se coloca naturalmente é entender a relação entre esses dois objetivos universais: PAZ e MATEMÁTICA.

Passamos o ano 2000 com grandes festividades, fomos ameaçados pelo bug do milênio, produto de poderosos vírus construídos com sofisticada matemática computacional, escapamos desse bug graças a poderosos antivírus desenvolvidos graças à mesma matemática, e entramos no ano 2001, que vai terminando sob o impacto dos ataques terroristas nos Estados Unidos e dos ataques de retaliação no Afeganistão. Todos esses eventos realizados com precisão matemática.

Há uma contradição evidente: atos abomináveis só podem ser idealizados e executados graças a um elaborado instrumental matemático. E os que idealizam, planejam e executam esses atos, revelam competência matemática. Passaram pelas escolas com bom rendimento matemático. Com certeza, apreenderam matemática e bem.

O foco deste trabalho é a questão da PAZ nas suas múltiplas dimensões [PAZ INTERIOR, PAZ SOCIAL, PAZ AMBIENTAL, PAZ MILITAR]. O pressuposto é que a maioria dos seres humanos desejam a paz. A pergunta: qual o papel da Matemática e da Educação Matemática na obtenção da paz?

Dois eminentes matemáticos, Albert Einstein e Bertrand Russell, elaboraram em 1955 um manifesto que foi endossado por outros cientistas detentores do Prêmio Nobel, provenientes de vários países. O documento ficou conhecido como o Manifesto Pugwash e nele se lê:

"Esqueçam-se de tudo e lembrem-se da humanidade".⁴

Procuro, nas minhas propostas de Educação Matemática, seguir os ensinamentos desses dois grandes mestres, que nos legaram não só muito de Matemática, mas sobretudo de humanidade.

² <http://www.unesco.org/manifesto2000/>

³ <http://wmy2000.math.jussieu.fr/>

⁴ Joseph Rotblat: *Scientists in the Quest for Peace. A History of the Pugwash Conferences*. Cambridge: The MIT Press, 1972;p.137-140.

Obviamente, Matemática e Paz se estranham. Somos levados a concluir que o fato de a humanidade ter construído um corpo de conhecimentos tão elaborado quanto a Matemática é ofuscado pelo fato de a humanidade ter se distanciado de tal maneira da Paz. Na busca da Paz, não basta fazer uma boa Matemática, é necessário também entender quando, onde, como e porque Matemática e Paz se estranharam.⁵

Acredito ser essa uma questão da maior importância nas propostas de Educação para a Paz.⁶

Paz total e matemática

O paradigma dominante, responsável por desigualdade e exclusão, por injustiça e opressão, está sendo questionado e busca-se um novo paradigma, ou trans-paradigma, ainda mal definido, mas que seja capaz de proporcionar uma vida digna para toda a humanidade. A educação é a estratégia para evitar que a desordem social e a corrupção institucional prevaleçam nesse difícil momento de transição. Uma educação voltada para a PAZ TOTAL.⁷

Atingir PAZ TOTAL é também a única justificativa de qualquer esforço para o avanço científico e tecnológico, e deveria ser o substrato de todo discurso sobre Educação e sobre o fazer científico e tecnológico, particularmente o fazer matemático. Muitos ainda questionam: "Mas o que tem isso a ver com a Educação Matemática?". Eu respondo: "Tem tudo a ver." Neste trabalho vou elaborar sobre essa afirmação.

Um Educador Matemático é um educador que tem Matemática como sua área de competência e seu instrumento de ação, não um matemático que utiliza a Educação para a divulgação de habilidades e competências matemáticas. Como Educador Matemático deve-se utilizar aquilo que se aprendeu como Matemático para realizar a missão de Educador. Ciência e conhecimento devem, portanto, estar subordinados ao humanismo característico do educador.

Em termos muito claros e diretos: o aluno é mais importante que programas e conteúdos. Se o objetivo é Paz, a Educação é a estratégia mais importante para levar o indivíduo a estar em paz consigo mesmo e com o seu entorno social, cultural e natural e a se localizar numa realidade cósmica.

⁵ Ubiratan D'Ambrosio: Mathematics and peace: Our responsibilities, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik/ZDM*, Jahrgang 30, Juni 1998, Heft 3; pp.67-73.

⁶ Educação para a Paz é um tema central nas propostas educacionais de todo o mundo. Veja, no Brasil, o projeto exposto em *Escolas de Paz*: Miriam Abramovai (coord.) et alii, UNESCO/Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro/Universidade do Rio de Janeiro, Brasília/Rio de Janeiro, 2001. Ver também o livro de Xesús R. Jares: *Educación para la Paz. Su teoría y su práctica*. Madrid: Editorial Popular, 1999, uma das boas obras sobre o tema.

⁷ Ubiratan D'Ambrosio: *Educação para uma sociedade em transição*. Campinas: Papirus Editora, 1999.

Eu poderia sintetizar meu posicionamento dizendo que só se justifica insistirmos em Educação para todos se for possível conseguir, através dela, melhor qualidade de vida e maior dignidade da humanidade como um todo, preservando a diversidade, mas eliminando a desigualdade discriminatória, dando, assim, origem a uma nova organização da sociedade.

Quando se fala em paz, imediatamente, e com muita razão, vem a ideia de ausência de guerra. Com razão, os confrontos armados e as guerras são uma brutal e evidente violação de paz. As forças armadas, de todos os tempos, dependem quase integralmente do suporte matemático. Desde as conquistas de Alexandre, na Grécia, até os recentes atos terroristas por organizações contestadoras da ordem vigente até as retaliações por estados defensores da ordem vigente são planejados e executados graças a um sofisticado instrumental matemático. Uma leitura da história da matemática nos mostra que os grandes nomes e as grandes descobertas matemáticas, desde Arquimedes até a teoria dos jogos e a informática, foram financiados e atuaram a serviço de forças armadas.⁸

Mas o conceito de paz não se restringe à ausência de confrontos armados. A dignidade de cada indivíduo se manifesta no encontro consigo próprio. Portanto, atingir o estado de Paz Interior é uma prioridade. Atingir o estado de paz interior é difícil, sobretudo devido a todos os problemas que enfrentamos no dia-a-dia, particularmente no relacionamento com o outro. Será que o outro estará tendo dificuldades em atingir o estado de sua Paz Interior? O relacionamento entre seres humanos é problemático e tem muito a ver com como o indivíduo vê e é visto pelos demais. Seu comportamento é parametrizado pelo sistema de valores da comunidade em que ele se insere. O comportamento humano é extremamente complexo.⁹

Muitas vezes vemos que o outro está tendo problemas que resultam de dificuldades materiais, como falta de segurança, falta de emprego, falta de salário, muitas vezes até mesmo falta de casa e de comida. A Paz Social será um estado em que essas situações não ocorrem. E, com certeza, vem novamente a pergunta: "Mas o que tem a Matemática a ver com isso?". A resposta a essa questão pode ser encontrada a partir de uma análise da História da Matemática integrada na História da Humanidade.¹⁰ Os sistemas políticos são a

⁸ Ver o artigo de Dan Alexander: Dirty Mathematics, *FOCUS* (MAA, Washington DC), vol. 22, nº3, March 2002; p.6.

⁹ Um interessante estudo sobre o comportamento humano é feito por Jerome Kagan: *Three Seductive Ideas*, Harvard University Press, Cambridge, 1998.

¹⁰ Ubiratan D'Ambrosio: Diversity, Equity, and Peace: From Dream to Reality. IN *Multicultural and Gender Equity in the Mathematics Classroom. The Gift of Diversity* 1997 Yearbook of the NCTM/National Council of Teachers of Mathematics, Janet Trentacosta and Margaret J. Kenney, eds., Reston: NCTM, 1997; pp. 243-248.

resposta organizada à solidariedade com o outro na satisfação de suas necessidades primárias de sobrevivência e de transcendência. Mas os sistemas políticos modernos são baseados na escolha de representantes da vontade da população, de acordo com processos eleitorais, o que é uma das mais fascinantes questões matemáticas da atualidade.¹¹ Também, muitos dos problemas sociais decorrem do desequilíbrio e desigualdades ocasionados pelo sistema econômico-financeiro vigente. Todos reconhecem que os sistemas econômico-financeiros são não só regulados por métodos matemáticos, mas são conceitualmente derivados do pensamento matemático.

Também alguns não percebem o quanto a Paz Ambiental tem a ver com a Matemática, que é sempre pensada como aplicada ao desenvolvimento e ao progresso. A Educação Ambiental necessita de muita Matemática.¹² Lembro que a ciência moderna, que repousa em grande parte na Matemática, nos dão instrumentos notáveis para um bom relacionamento com a natureza, mas também poderosos instrumentos de destruição dessa mesma natureza. A Engenharia Genética, tanto animal como vegetal, bem como a química dos polímeros e de combustíveis, dependem do grande desenvolvimento da matemática do século XX.

Atingir PAZ TOTAL deve ser a utopia de todo ser humano. Essa é a essência de ser humano. É o ser [substantivo] humano procurando ser [verbo] humano. Esse é o verdadeiro sentido de humanidade, resultado da chamada Era da Consciência.¹³

Estamos vivendo em civilização em transição, que é a culminação do modelo imperial romano e a entrada no domínio do novo Império Americano, baseado numa forte estrutura econômica, apoiada por uma tecnociência poderosa e fascinante. Grupos das mais diversas denominações buscam alternativas, desde a prática de ações da mais crua violência até propostas de um novo estilo de vida inspirado nas sociedades primitivas que deram origem à civilização moderna. Muitos analisam e contestam as raízes do pensamento atual, particularmente o conhecimento científico, e a sua incapacidade de conduzir a espécie humana a um estado de paz nas suas múltiplas dimensões. Todos esses grupos, que poderíamos chamar os novos bárbaros, por analogia com a denominação dos dissidentes Império Romano, justificam seus comportamentos por sistemas de conhecimento fundamentados em paradigmas alternativos.

¹¹ Ver a síntese sobre o tema feita por Paul J. Campbell: *Encyclopaedia Britannica 2002 Book of the Year*, p.261.

¹² Ubiratan D'Ambrosio: On Environmental mathematics education, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik ZDM* 94/6, pp.171-174.

¹³ Ubiratan D'Ambrosio: *A Era da Consciência*, Editora Fundação Peirópolis, São Paulo, 1997.

A busca de novos paradigmas parece estar dominando o pensamento atual, muito especialmente o pensamento científico. Como diz Boaventura de Sousa Santos, na sua excelente rejeição da razão cínica dominante,

“construir, na verdade, uma utopia tão pragmática quanto o próprio senso comum, não é uma tarefa fácil, nem uma tarefa que alguma vez possa concluir-se. É este reconhecimento, à partida, da infinitude que faz desta tarefa uma tarefa verdadeiramente digna dos humanos.”¹⁴

Educação Matemática e Paz

Minha proposta é fazer uma Educação para a Paz e, em particular, uma Educação Matemática para a Paz.

Muitos continuaram intrigados: "Mas como relacionar trinômio de 2º grau com Paz?". É provável que esses mesmos indivíduos costumem ensinar trinômio de 2º grau dando como exemplo a trajetória de um projétil de canhão. Mas estou quase certo que não dizem, nem sequer sugerem, que aquele belíssimo instrumental matemático, que é o trinômio de 2º grau, é o que dá a certos indivíduos -- artilheiros profissionais, que provavelmente foram os melhores alunos de Matemática da sua turma -- a capacidade de dispararem uma bomba mortífera de um canhão para atingir e matar seres humanos, feitos de carne e osso, de emoções e desejos, e matá-los, destruir casas e templos, destruir árvores e animais que estejam por perto, poluir qualquer lagoa ou rio que esteja nos arredores. A mensagem implícita acaba sendo: aprenda bem o trinômio do 2º grau e você será capaz de fazer tudo isso. Somente quem faz um bom curso de Matemática tem suficiente base teórica para apontar bem os canhões!

Claro, muitos dirão, como já disseram: "Mas isso é um discurso demagógico. Essa destruição horrível só se fará quando necessário. E é importante que nossos jovens estejam preparados para o necessário." E os defensores de um conteúdo dominante dizem que a matemática ensinada é essencial para essa preparação. Milhões, durante toda a história da humanidade, têm acreditado na necessidade de se preparar para uma possível agressão, inventando meios mais "eficazes" de, em nome de defesa, agredir, o que têm causado enormes perdas materiais e morais.¹⁵ Seria fundamental lembrar que os interessados nesse estado de coisas justificam dizendo ser isso necessário porque o alvo da nossa bomba destruidora é um indivíduo que não professa o nosso credo religioso, que não é do nosso partido político, que

¹⁴ Boaventura de Sousa Santos: *A crítica da razão indolente. Contra o desperdício da experiência*, v.1, São Paulo: Editora Cortez, 2000; p.383.

¹⁵ Essa é a tônica da chamada Política de Desencorajamento (*determent, détente*), que deu suporte logístico à escalada armamentista nuclear que caracterizou a Guerra Fria.

não segue nosso modelo econômico de propriedade e produção, que não tem nossa cor de pele ou nossa língua, enfim o alvo de nossa bomba destruidora é um indivíduo que é diferente. Tem sido e continua sendo esse o conceito dominante nas relações sociais e políticas: ver no diferente um agressor em potencial.

O trinômio de 2º grau serviu como exemplo para argumentar. A importância tão feia que destacamos de uma coisa tão linda como o trinômio do 2º grau merece ser comentada. Não se propõe eliminar o trinômio de 2º grau dos programas, mas sim que se utilize algum tempo para mostrar, criticamente, as coisas feias que se tem feito com ele e destacar as coisas lindas que se pode fazer com ele.

A geração, organização intelectual e social e a difusão do conhecimento dão o quadro geral no qual procuro desenvolver minhas propostas específicas para a educação matemática.¹⁶

O Programa Etnomatemática

Considero importante evitar que Etnomatemática seja confundida com uma nova disciplina ou seja vista como uma outra matemática. Na sua essência, a Etnomatemática é o reconhecimento que o conhecimento é dinâmico, em permanente elaboração e reelaboração. Assim, evitando as posições de Karl Popper e de Thomas Kuhn e situando-me mais próximo a Imre Lakatos, falo na Etnomatemática como um programa de pesquisa sobre a geração, organização intelectual, organização social e difusão do conhecimento. Poder-se-ia dizer um programa interdisciplinar abarcando o que constitui o domínio das chamadas ciências da cognição, da epistemologia, da história, da sociologia e da difusão.

Metodologicamente, esse programa reconhece que na sua aventura enquanto espécie planetária, o homem (espécie *homo sapiens sapiens*), bem como as demais espécies de homínídeos, reconhecidas desde 4.5 milhões de anos antes do presente, tem seu comportamento alimentado pela aquisição de conhecimento, de fazer(es) e de saber(es), que lhes permitiram sobreviver e transcender através de maneiras, de modos, de técnicas ou mesmo de artes [*techné* ou *tica*] de explicar, de conhecer, de entender, de lidar com, de conviver com [*matema*] a realidade natural e sociocultural [*etno*] na qual a espécie está inserida. Ao utilizar as raízes *tica*, *matema* e *etno*, cometi um verdadeiro abuso etimológico, que me permitiu construir utilizar, num sentido conceitualmente preciso, a palavra Etnomatemática.¹⁷

¹⁶ Ubiratan D'Ambrosio: Paz, Educação Matemática e Etnomatemática, *Teoria e Prática da Educação* (Maringá, PR), vol. 4, nº 8, junho, 2001; pp.15-33.

¹⁷ Ubiratan D'Ambrosio: *Etnomatemática. Arte ou técnica de explicar e conhecer*, Editora Ática, São Paulo, 1990.

Naturalmente, em todas as culturas e em todos os tempos, o conhecimento, que é gerado pela necessidade de uma resposta a problemas e situações distintas, está subordinado a um contexto natural, social e cultural.

Indivíduos e povos têm, ao longo de suas existências e ao longo da história, criado e desenvolvido instrumentos de reflexão, de observação, instrumentos teóricos e, associados a esses, técnicas, habilidades (artes, técnicas, techné, ticas) para explicar, entender, conhecer, aprender para saber e fazer como resposta a necessidades de sobrevivência e de transcendência (matema), em ambientes naturais, sociais e culturais (etnos) os mais diversos. Daí chamarmos o exposto acima de Programa Etnomatemática.

A palavra Etnomatemática sugere o corpus de conhecimento reconhecido academicamente como Matemática. De fato, em todas as culturas encontramos formas de conhecer associadas a processos de comparação, organização, classificação, contagem, medição, inferência (que são relacionadas e hoje integradas no que se chama Matemática), geralmente mesclados ou dificilmente distinguíveis de outras formas de conhecer, hoje definidas como Arte, Religião, Música, Técnicas, Ciências. Em todos os tempos e em todas as culturas, Matemática, Artes, Religião, Música, Técnicas, Ciências foram desenvolvidas com a finalidade de explicar, de conhecer, de aprender, de saber/fazer e de prever o futuro (artes divinatórias). Todas aparecem, num primeiro estágio da história da humanidade e da vida de cada um de nós, indistinguíveis como formas de conhecimento.

No encontro de indivíduos e de grupos, há um processo de interação dinâmica, cujo resultado pode ser o predomínio de uma forma sobre outra, algumas vezes a substituição de uma forma por outra e mesmo a supressão e a eliminação total de alguma forma, mas, na maioria dos casos, é a geração de novas formas culturais.

Na dinâmica do encontro, são fortes as relações entre indivíduos de uma mesma cultura (intraculturais) e, sobretudo, as relações entre indivíduos de culturas distintas (interculturais). Nas relações intra e interculturais reside o potencial criativo da espécie. Assim como a biodiversidade representa o caminho para o surgimento de novas espécies, na diversidade cultural reside o potencial criativo da humanidade.

Tem havido o reconhecimento da importância das relações interculturais. Mas, lamentavelmente, ainda há relutância no reconhecimento das relações interculturais na educação. Ainda se insiste em colocar crianças em séries de acordo com idade, em oferecer o mesmo currículo numa mesma série, chegando ao absurdo de se propor currículos nacionais. E ainda se comete o absurdo maior de se avaliar grupos de indivíduos com testes padronizados. Trata-se efetivamente de uma tentativa de pasteurizar as novas gerações!

A pluralidade dos meios de comunicação de massa, facilitada pelos transportes, levou as relações interculturais a dimensões verdadeiramente planetárias. Estamos vivendo um período em que os meios de captar informação e o processamento da informação de cada indivíduo encontram nas comunicações e na informática instrumentos auxiliares de alcance inimaginável em outros tempos. A interação entre indivíduos também encontra na teleinformática um grande potencial ainda difícil de se aquilatar e gerar ações comuns.

Inicia-se assim uma nova era que abre enormes possibilidades de comportamento e de conhecimento planetários, com resultados sem precedentes para o entendimento e harmonia de toda a humanidade. Não a homogeneização biológica ou cultural da espécie, mas a convivência harmoniosa dos diferentes, através de uma ética de respeito mútuo, solidariedade e cooperação.

Naturalmente, sempre existiram maneiras diferentes de explicações, de entendimentos, de lidar e conviver com a realidade, que agora são notadas com maior evidência. Graças aos novos meios de comunicação e transporte, cria-se a necessidade de um comportamento que transcenda mesmo as novas formas culturais. Eventualmente, o tão desejado livre arbítrio, próprio de ser humano, poderá se manifestar num modelo de transculturalidade que permitirá a cada ser humano atingir a sua plenitude. Um modelo adequado para se facilitar esse novo estágio na evolução da nossa espécie é a Educação Multicultural, que vem sendo adotada nos sistemas educacionais de todo o mundo.

Sabemos que, no momento, há mais de 200 estados e aproximadamente 6.000 nações indígenas no mundo, com uma população totalizando entre 10%-15% da população total do mundo. Embora não seja o meu objetivo discutir Educação Indígena, os aportes de especialistas na área têm sido muito importantes para se entender como a educação pode ser um instrumento que reforça os mecanismos de exclusão social.

Dentre os vários questionamentos que levam à preservação de identidades nacionais, muitos se referem ao conceito de conhecimento e às práticas associadas a ele. Talvez a mais importante a se destacar seja a percepção de uma dicotomia entre saber e fazer, que prevalece no mundo chamado "civilizado" e que é própria dos paradigmas da ciência moderna, como criada por Descartes, Newton e outros.

A ciência moderna, que surgiu ao mesmo tempo e sob grande influência das grandes navegações, da conquista e da colonização, impôs-se como uma forma de conhecimento racional, originado das culturas mediterrâneas, e como o substrato de uma tecnologia eficiente e fascinante. Como consequência, definiram-se, a partir das nações centrais, conceituações estruturadas e dicotômicas do saber [conhecimento] e do fazer [habilidades].

É importante lembrar que praticamente todos os países adotaram a Declaração de Nova Delhi (16 de dezembro de 1993), que é explícita ao reconhecer que

"a educação é o instrumento preeminente da promoção dos valores humanos universais, da qualidade dos recursos humanos e do respeito pela diversidade cultural" (2.2)

e que

"os conteúdos e métodos de educação precisam ser desenvolvidos para servir às necessidades básicas de aprendizagem dos indivíduos e das sociedades, proporcionando-lhes o poder de enfrentar seus problemas mais urgentes -- combate à pobreza, aumento da produtividade, melhora das condições de vida e proteção ao meio ambiente -- e permitindo que assumam seu papel por direito na construção de sociedades democráticas e no enriquecimento de sua herança cultural" (2.4).

Nada poderia ser mais claro nesta declaração que o reconhecimento da subordinação dos conteúdos programáticos à diversidade cultural. Igualmente, o reconhecimento de uma variedade de estilos de aprendizagem está implícito no apelo ao desenvolvimento de novas metodologias.

Essencialmente, essas considerações determinam uma enorme flexibilidade tanto na seleção de conteúdos quanto na metodologia.

Etnomatemática e matemática

A abordagem a distintas formas de conhecer é a essência do Programa Etnomatemática. Na verdade, diferentemente do que sugere o nome, Etnomatemática não é apenas o estudo de "matemáticas das diversas etnias". A própria composição da palavra etno-matema-tica significa que há várias maneiras, técnicas, habilidades de explicar, de entender, de lidar e de conviver com distintos contextos naturais e socioeconômicos da realidade.

A disciplina denominada Matemática é, na verdade, uma Etnomatemática que se originou e se desenvolveu na Europa, tendo recebido algumas contribuições das civilizações indiana e islâmica, e que chegou à forma atual nos séculos XV e XVI, sendo, a partir de então, levada e imposta a todo o mundo. Hoje, essa matemática adquire um caráter de universalidade, sobretudo devido ao predomínio da ciência e da tecnologia modernas, que foram desenvolvidas a partir do século XVII, na Europa.

Essa universalização é um exemplo do processo de globalização que estamos testemunhando em todas as atividades e áreas de conhecimento. Falava-se muito das multinacionais. Hoje, as multinacionais são, na verdade, empresas globais, para as quais não é possível identificar uma nação ou grupo nacional dominante.

Essa ideia de globalização já começa a se revelar no início do cristianismo e do islamismo. Diferentemente do judaísmo, do qual essas religiões se originaram, bem como de inúmeras outras crenças nas quais há um povo eleito, o cristianismo e o islamismo são essencialmente religiões de conversão de toda humanidade à mesma fé, de todo o planeta subordinado à mesma igreja. Isso fica evidente nos processos de expansão do Império Romano cristianizado e do Islão.

O processo de globalização da fé cristã se aproxima do seu ideal com as grandes navegações. O catecismo, elemento fundamental da conversão, é levado a todo o mundo. Assim como o cristianismo é um produto do Império Romano levado com o colonialismo a um caráter de universalidade, também o são a matemática, a ciência e a tecnologia.

No processo de expansão, o cristianismo foi se modificando, absorvendo elementos da cultura subordinada e produzindo variantes notáveis do cristianismo original do colonizador. O mesmo se passou com a linguagem, com a culinária e com os costumes. Esperar-se-ia que, igualmente, as formas de explicar, conhecer, lidar, conviver com a realidade sociocultural e natural, obviamente distintas de região para região, e que são as razões de ser da Matemática, das ciências e da tecnologia, também passassem por esse processo de "aclimatação", resultado de uma dinâmica cultural. No entanto, isso não se deu e não se dá, e esses ramos do conhecimento adquiriram um caráter de absoluto universal. Não admitem variações ou qualquer tipo de relativismo. Isso se incorporou até no dito popular "tão certo quanto dois mais dois são quatro". Não se discute o fato, mas sua contextualização na forma de uma construção simbólica que é ancorada em todo um passado cultural.

A Matemática tem sido conceituada como a ciência dos números e das formas, das relações e das medidas, das inferências, e as suas características apontam para precisão, rigor, exatidão. Os grandes heróis da Matemática, isto é, aqueles indivíduos historicamente apontados como responsáveis pelo avanço e consolidação dessa ciência, são identificados na Antiguidade grega e, posteriormente, na Idade Moderna, nos países centrais da Europa, sobretudo Inglaterra, França, Itália, Alemanha. Os nomes mais lembrados são Tales, Pitágoras, Euclides, Descartes, Galileo, Newton, Leibniz, Hilbert, Einstein, Hawking. São ideias e homens originários do Norte do Mediterrâneo.

Portanto, falar dessa Matemática em ambientes culturais diversificados, sobretudo em se tratando de nativos ou afro-americanos ou outros não europeus, de trabalhadores oprimidos e de classes marginalizadas, além de trazer a lembrança do conquistador, do escravista, enfim do dominador, também se refere a uma forma de conhecimento que foi construído por ele, dominador, e da qual ele se serviu e se serve para exercer seu domínio. Mas isso também se passa com calças jeans, que se mescla com as vestes tradicionais, ou com a Coca-cola, que aparece como uma opção para o guaraná, ainda preferido por muitos, ou com

o rap, que está se popularizando e, junto com o samba, produzindo um novo ritmo. As formas tradicionais permanecem e se modificam pela presença das novas. A religião e a língua do dominador se modificaram ao incorporar as tradições do dominado.

A Matemática europeia, com seu caráter de infalibilidade, de rigor, de precisão e pelo fato de ser um instrumento essencial e poderoso no mundo moderno, teve sua presença firmada, excluindo outras formas de pensamento. Na verdade, ser racional é identificado com dominar a Matemática. A Matemática se apresenta como um deus mais sábio, mais milagroso e mais poderoso que as divindades tradicionais e outras tradições culturais.

A historicidade é eliminada, tanto do indivíduo quanto de sua cultura. Sua realidade é substituída por uma situação que é idealizada para satisfazer os objetivos do dominador. O aluno tem suas raízes culturais, parte de sua identidade, eliminadas. Essa eliminação produz o excluído.

Isto é evidenciado, de maneira trágica, na Educação Indígena. O índio passa pelo processo educacional e não é mais índio ... mas tampouco branco. Sem dúvida, a elevada ocorrência de suicídios entre as populações indígenas está associada a isso. Ora, isso se passa da mesmíssima maneira com as classes populares, mesmo não índios. Mas exatamente isso se dá com uma criança, com um adolescente e mesmo com um adulto ao se aproximar de uma escola. A forma de suicídio praticada nas outras camadas da população é uma atitude de descrença e de alienação, que, muitas vezes, se manifesta no recurso a drogas e à violência.

Uma pergunta natural depois dessas observações pode ocorrer: seria então melhor não ensinar matemática aos nativos e aos marginalizados?

Essa pergunta se aplica a todas as categorias de saber/fazer próprios da cultura do dominador, com relação a todos os povos que mostram uma identidade cultural.

Naturalmente, há um importante componente político nessas reflexões. Apesar de muitos dizerem que isso é jargão ultrapassado de esquerda, é claro que continuam a existir as classes dominantes e subordinadas, tanto nos países centrais quanto nos periféricos.

Faz sentido, portanto, falarmos de uma "matemática dominante", que é um instrumento desenvolvido nos países centrais e, muitas vezes, utilizado como instrumento de dominação. Essa matemática e os que a dominam se apresentam com postura de superioridade, com o poder de deslocar, e mesmo eliminar, a "matemática do dia-a-dia". O mesmo se dá com outras formas culturais. Particularmente interessante são os estudos de Basil Bernstein sobre a linguagem. E são muito conhecidas as situações ligadas ao comportamento, à medicina, à arte e à religião. Todas essas manifestações são referidas como cultura popular. Naturalmente, embora seja viva e praticada, a cultura popular é muitas vezes ignorada,

rejeitada, reprimida e, certamente, menosprezada. Isto tem como efeito desencorajar e mesmo eliminar o povo como produtor e como entidade cultural.

Muito interessante o projeto *REPOhistory: repossessing history, desenvolvido por um grupo de artistas produzindo arte para o povo, baseada em leituras multiculturais de narrativas perdidas, esquecidas ou eliminadas*, com a finalidade de usar a história para comentar sobre temas sociais contemporâneos. Escolheram o tema *Sangue* e, desta maneira, incorporam os conhecimentos científicos de *AIDS* à cultura popular. Uma excelente ilustração do que é dinâmica cultural.¹⁸ [18]

Pode-se dar outro importante exemplo de dinâmica cultural na Matemática. Em particular na Geometria e na Aritmética, notam-se violentas contradições. Por exemplo, a geometria do povo, dos balões e dos papagaios, é colorida. A geometria teórica, desde sua origem grega, eliminou a cor. Muitos leitores, a essa altura, estarão confusos. Estarão dizendo: mas o que isso tem a ver? Papagaios e balões? Cores?

Tem tudo a ver, pois são justamente essas as primeiras e mais notáveis experiências geométricas. E a reaproximação de Arte e Geometria dificilmente será alcançada sem o mediador cor. Na Aritmética, o atributo do número na quantificação é essencial. Duas laranjas e dois cavalos são "dois" distintos. Chegar ao "dois" sem qualificativo, abstrato, assim como à Geometria sem cores, talvez sejam os pontos cruciais na passagem para uma Matemática teórica. O cuidado com essa passagem e trabalhar adequadamente esse momento talvez sintetizem tudo que há de importante nos programas de Matemática Elementar. O resto daquilo que constitui os programas são técnicas que, pouco a pouco, podem ir se mostrando interessantes e necessárias.

Não se questiona a conveniência e mesmo a necessidade de ensinar aos dominados a língua, a matemática, a medicina, as leis do dominador, sejam esses índios e brancos, pobres e ricos, crianças e adultos. Chegamos a uma estrutura de sociedade e a conceitos de cultura, de nação e de soberania que impõem essa necessidade. O que se questiona é a agressão à dignidade e à identidade cultural daqueles subordinados a essa estrutura.

A responsabilidade maior dos teóricos da educação é alertar para os danos irreversíveis que se podem causar a uma cultura, a um povo e a um indivíduo se o processo for conduzido levianamente, muitas vezes até com boa intenção, e fazer propostas para minimizar esses danos. Muitos educadores não se dão conta disso.

O que justifica o papel central das ideias matemáticas em todas as civilizações [etnomatemáticas] é o fato de ela fornecer os instrumentos intelectuais para lidar com

¹⁸ REPOhistory. Circulation, *Art Journal*, vol.59, nº4, 2000, pp.38-53.

situações novas e definir estratégias de ação. Portanto, a etnomatemática do indígena serve, é eficiente e adequada para as coisas daquele contexto cultural, naquela sociedade. Não há porque substituí-la. A etnomatemática do branco serve para outras coisas, igualmente muito importantes, propostas pela sociedade moderna e não há como ignorá-la. Pretender que uma seja mais eficiente, mais rigorosa, enfim, melhor que a outra é, se removida do contexto, uma questão falsa e falsificadora.

O domínio de duas etnomatemáticas e, possivelmente, de outras, obviamente oferece maiores possibilidades de explicações, de entendimentos, de manejo de situações novas, de resolução de problemas. É exatamente isso que se faz na pesquisa matemática -- e na pesquisa em qualquer outro campo do conhecimento. O acesso a um maior número de instrumentos e de técnicas intelectuais dão, quando devidamente contextualizadas, muito maior capacidade de enfrentar situações e de resolver problemas novos, de modelar adequadamente uma situação real para, com esses instrumentos, chegar a uma possível solução ou curso de ação.

Isto é aprendizagem por excelência, isto é, a capacidade de explicar, de apreender e compreender, de enfrentar criticamente situações novas. Aprender não é o mero domínio de técnicas, habilidades e muito menos a memorização de algumas explicações e teorias.

A adoção de uma nova postura educacional é, essencialmente, a busca de um novo paradigma de educação que substitua o já desgastado ensino-aprendizagem, que é baseado numa relação obsoleta de causa → efeito. Procura-se uma educação que estimule o desenvolvimento de criatividade desinibida conduzindo a novas formas de relações interculturais. Essas relações caracterizam a educação de massa e proporcionam o espaço adequado para preservar a diversidade e eliminar a desigualdade discriminatória, dando origem a uma nova organização da sociedade. Fazer da Matemática uma disciplina que preserve a diversidade e elimine a desigualdade discriminatória é a proposta maior de uma Matemática Humanística. A Etnomatemática tem essa característica.

Como conclusão

Há uma moralidade associada ao conhecimento e, em particular, ao conhecimento matemático. Por que insistirmos em Educação e Educação Matemática, e no próprio fazer matemático, se não percebemos como nossa prática pode ajudar a construir uma humanidade ancorada em respeito, solidariedade e cooperação?

A PAZ TOTAL depende essencialmente de cada indivíduo se conhecer e integrar na sua sociedade, na humanidade, na natureza e no cosmos. Ao longo da existência de cada um de nós, pode-se aprender matemática, mas não se pode perder o conhecimento de si próprio e criar barreiras entre indivíduos e os outros, entre indivíduos e a sociedade, e gerar hábitos de

desconfiança do outro, de descrença na sociedade, de ignorância e desrespeito à humanidade, que é uma só, à natureza, que é comum a todos, e ao universo, no qual tudo e todos se situam.



A responsabilidade dos matemáticos na busca da paz

Professor Emérito de Matemática, Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP, e Professor dos Programas de Pós-Graduação da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo/PUCSP, Brasil. ubi@usp.br

O foco deste trabalho é a questão da PAZ nas suas múltiplas dimensões [PAZ INTERIOR, PAZ SOCIAL, PAZ AMBIENTAL, PAZ MILITAR]. O pressuposto é que a maioria dos seres humanos deseja a paz. A pergunta: qual o papel da Matemática e da Educação Matemática na obtenção da paz?

Dois eminentes matemáticos, Albert Einstein e Bertrand Russell, elaboraram, em 1955, um manifesto, que foi endossado por outros cientistas detentores do Prêmio Nobel, provenientes de vários países. O documento ficou conhecido como o Manifesto Pugwash, e nele se lê:

"Esqueçam-se de tudo e lembrem-se da humanidade".¹

Procuro, nas minhas propostas de Educação Matemática, seguir os ensinamentos desses dois grandes mestres, que nos legaram não só muito de Matemática, mas, sobretudo de humanidade.

O ano 2000 foi declarado, pela UNESCO, Ano Internacional da Cultura da Paz.² Coincidentemente, a União Matemática Internacional declarou 2000 o Ano Internacional da Matemática.³

A questão que se coloca, naturalmente, é a conciliação de dois universais: PAZ e MATEMÁTICA.

Passamos o ano 2000 com grandes festividades, fomos ameaçados pelo *bug* do milênio, produto de poderosos vírus construídos com sofisticada matemática computacional,

¹ Ver Joseph Rotblat: *Scientists in the Quest for Peace. A History of the Pugwash Conferences*. Cambridge: The MIT Press, 1972;p.137-140.

² <http://www.unesco.org/manifesto2000/>

³ <http://wmy2000.math.jussieu.fr/>

escapamos desse *bug* graças a poderosos antivírus desenvolvidos graças à mesma matemática, passamos pelo ano 2001, que terminou sob o impacto dos ataques terroristas nos Estados Unidos e dos ataques de retaliação no Afeganistão. Todos realizados com precisão matemática. E agora, em 2003, testemunhamos uma guerra com consequências imprevisíveis e que se caracterizou pela utilização de uma alta tecnologia, desenvolvida graças ao extraordinário avanço da matemática aplicada a diversas ciências. E, nos países eufemisticamente chamados emergentes, as contradições de uma economia baseada em alta matemática, penalizam as nossas sociedades.⁴

Há uma contradição evidente: esses atos abomináveis só podem ser idealizados e executados graças a um elaborado instrumental matemático. E os que idealizam, planejam e executam esses atos têm reconhecida competência matemática.

Obviamente, Matemática e Paz se estranham. Somos levados a concluir que o fato de a humanidade ter construído um corpo de conhecimentos tão elaborado quanto a Matemática, é ofuscado pelo fato de a humanidade ter se distanciado de tal maneira da Paz. Na busca da Paz, não basta fazer uma boa Matemática, mas deve-se fazer uma Matemática impregnada de valores éticos, que é um conceito, para muitos, desprovido de significado. O desafio é dar sentido ao conceito de Ética Matemática. Para isso é necessário um reexame da História da Matemática, procurando entender quando, onde, como e por que a Matemática e a Ética se distanciaram.⁵

Acredito ser essa uma questão da maior importância nas propostas de Educação para a Paz.⁶

O paradigma dominante, responsável por desigualdade e exclusão, por injustiça e opressão, está sendo questionado e busca-se um novo paradigma, ou transparadigma, ainda mal definido, mas que seja capaz de proporcionar uma vida digna para toda a humanidade. A educação é a estratégia para evitar que a desordem social e a corrupção institucional prevaleçam nesse difícil momento de transição. Uma educação voltada para a PAZ TOTAL.⁷

⁴ Não é exagero dizer que a economia moderna depende de um sofisticado instrumental matemático. Evidência disso é o fato do Prêmio Nobel de Economia ter sido conferido, na maior parte das vezes, a matemáticos.

⁵ Ver Ubiratan D'Ambrosio: Mathematics and peace: Our responsibilities, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik/ZDM*, Jahrgang 30, Juni 1998, Heft 3; pp.67-73.

⁶ Educação para a Paz é um tema central nas propostas educacionais de todo o mundo. Veja, no Brasil, o projeto exposto em *Escolas de Paz*: Miriam Abramovai (coord.) et alii, UNESCO/Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro/Universidade do Rio de Janeiro, Brasília/Rio de Janeiro, 2001. Ver também o livro de Xesús R. Jares: *Educación para la Paz. Su teoría y su práctica*. Madrid: Editorial Popular, 1999, uma das boas obras sobre o tema.

⁷ Ver Ubiratan D'Ambrosio: *Educação para uma sociedade em transição*. Campinas: Papirus Editora, 1999.

Atingir PAZ TOTAL é também a única justificativa de qualquer esforço para o avanço científico e tecnológico, e deveria ser o substrato de todo discurso sobre Educação e sobre o fazer científico e tecnológico, particularmente o fazer matemático. Muitos ainda questionam:

"Mas o que tem isso a ver com a Matemática e com a Educação Matemática?"

Eu respondo:

"Tem tudo a ver."

Neste trabalho vou elaborar sobre essa afirmação.

Um Educador Matemático deve utilizar aquilo que aprendeu como Matemático para realizar a sua missão de Educador. Portanto, um Educador Matemático é um educador que tem Matemática como sua área de competência e seu instrumento de ação, não um matemático que utiliza a Educação para a divulgação de habilidades e competências matemáticas. Ciência e conhecimento devem, portanto, estar subordinadas ao humanismo característico do educador.

Em termos muito claros e diretos: o aluno é mais importante que programas e conteúdos. Se o objetivo é Paz, a Educação é a estratégia mais importante para levar o indivíduo a estar em paz consigo mesmo e com o seu entorno social, cultural e natural e a se localizar numa realidade cósmica.

Eu poderia sintetizar meu posicionamento dizendo que só se justifica insistirmos em Educação para todos se for possível conseguir, por meio dela, melhor qualidade de vida e maior dignidade da humanidade como um todo, preservando a diversidade mas eliminando a desigualdade discriminatória, dando, assim, origem a uma nova organização da sociedade.

A dignidade de cada indivíduo se manifesta no encontro com si próprio. Portanto, atingir o estado de Paz Interior é uma prioridade. Atingir o estado de paz interior é difícil, sobretudo devido a todos os problemas que enfrentamos no dia a dia, particularmente no relacionamento com o outro. Será que o outro estará tendo dificuldades em atingir o estado de sua Paz Interior? Muitas vezes vemos que o outro está tendo problemas que resultam de dificuldades materiais, como falta de segurança, falta de emprego, falta de salário, muitas vezes até mesmo falta de casa e de comida. A solidariedade com o próximo é a primeira manifestação de nos sentirmos parte de uma sociedade. A Paz Social será um estado em que essas situações não ocorrem. E com certeza vem novamente a pergunta: "Mas o que tem a Matemática a ver com isso?". A resposta a essa questão pode ser encontrada a partir de uma análise da História da Matemática integrada à História da Humanidade.⁸

⁸ Ver Ubiratan D'Ambrosio: Diversity, Equity, and Peace: From Dream to Reality, Janet Trentacosta and Margaret J. Kenney, eds.: *Multicultural and Gender Equity in the Mathematics Classroom. The Gift of*

Também alguns não percebem o quanto a Paz Ambiental tem a ver com a Matemática, que é sempre pensada como aplicada ao desenvolvimento e ao progresso. Lembro que a ciência moderna, que repousa em grande parte na Matemática, nos dá instrumentos notáveis para um bom relacionamento com a natureza, mas também poderosos instrumentos de destruição dessa mesma natureza. A Educação Ambiental necessita muita Matemática.⁹

Atingir PAZ TOTAL deve ser a utopia de todo ser humano. Essa é a essência de ser humano. É o ser [substantivo] humano procurando ser [verbo] humano. Esse é o verdadeiro sentido de humanidade, resultado da chamada Era da Consciência.¹⁰

Estamos vivendo uma sociedade em transição e a busca de novos paradigmas parece estar dominando o pensamento atual, muito especialmente o pensamento científico. Como diz Boaventura de Sousa Santos na sua excelente rejeição da razão cínica dominante,

“construir, na verdade, uma utopia tão pragmática quanto o próprio senso comum, não é uma tarefa fácil, nem uma tarefa que alguma vez possa concluir-se. É este reconhecimento, à partida, da infinitude que faz desta tarefa uma tarefa verdadeiramente digna dos humanos.”¹¹

Educação Matemática e Paz

Minha proposta é fazer uma Educação para a Paz e, em particular, uma Educação Matemática para a Paz.

Muitos continuaram intrigados: "Mas como relacionar trinômio de 2º grau com Paz?". É provável que esses mesmos indivíduos costumem ensinar trinômio de 2º grau dando como exemplo a trajetória de um projétil de canhão. Mas estou quase de certo que não dizem, nem sequer sugerem que aquele belíssimo instrumental matemático, que é o trinômio de 2º grau, é o que dá a certos indivíduos – artilheiros profissionais, que provavelmente foram os melhores alunos de Matemática da sua turma – a capacidade de disparar uma bomba mortífera de um canhão para atingir uma população de gente, de seres humanos, carne e osso, emoções e desejos, e matá-los, destruir suas casas e templos, destruir árvores e animais que estejam por perto, poluir qualquer lagoa ou rio que esteja nos arredores. A

Diversity, 1997 Yearbook of the NCTM/National Council of Teachers of Mathematics, Reston: NCTM, 1997; pp. 243-248.

⁹ Ver Ubiratan D'Ambrosio: On Environmental mathematics education, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik ZDM* 94/6, pp.171-174.

¹⁰ Ver Ubiratan D'Ambrosio: *A Era da Consciência*, Editora Fundação, Peirópolis, São Paulo, 1997.

¹¹ Boaventura de Sousa Santos: *A crítica da razão indolente. Contra o desperdício da experiência*, v.1, São Paulo: Editora Cortez, 2000; p.383.

mensagem implícita acaba sendo: aprenda bem o trinômio do 2º grau e você será capaz de fazer tudo isso. Somente quem faz um bom curso de Matemática tem suficiente base teórica para apontar canhões sobre populações.

Claro, muitos dirão, como já disseram: "Mas isso é um discurso demagógico. Essa destruição horrível só se fará quando necessário. E é importante que nossos jovens estejam preparados para o necessário." E os defensores de um conteúdo dominante dizem que a matemática ensinada é essencial para essa preparação. Milhões, durante toda a história da humanidade, têm acreditado na necessidade de se preparar para uma possível agressão, inventando meios mais "eficazes" de, em nome de defesa, agredir, o que tem causado enormes perdas materiais e morais.¹² Seria fundamental lembrar que os interessados nesse estado de coisas justificam dizendo ser isso necessário porque o alvo da nossa bomba destruidora é um indivíduo que não professa o nosso credo religioso, que não é do nosso partido político, que não segue nosso modelo econômico de propriedade e produção, que não tem nossa cor de pele ou nossa língua, enfim o alvo de nossa bomba destruidora é um indivíduo que é diferente. Tem sido e continua sendo esse o conceito dominante nas relações sociais e políticas: ver, no diferente, um agressor em potencial.

O trinômio de 2º grau serviu como exemplo para argumentar. A importância tão feia que destacamos de uma coisa tão linda como o trinômio do 2º grau merece ser comentada. Não se propõe eliminar o trinômio de 2º grau dos programas, mas sim que se utilize algum tempo para mostrar, criticamente, as coisas feias que se tem feito com ele e destacar as coisas lindas que se pode fazer com ele.

A geração, organização intelectual e social e a difusão do conhecimento, dão o quadro geral no qual procuro desenvolver minhas propostas específicas para a educação matemática.¹³

O Programa Etnomatemática

Considero importante evitar que Etnomatemática seja confundida com uma nova disciplina ou seja vista como uma outra matemática. O Programa Etnomatemática, que não se pode confundir com o estudo etnográfico das ideias matemáticas, surgiu, nesta concepção, a partir de meados da década de 80.¹⁴ Na sua essência, o Programa Etnomatemática é o reconhecimento que o conhecimento é dinâmico, em permanente elaboração e reelaboração. Assim, evitando as posições de Karl Popper e de Thomas Kuhn e situando-me

¹² Essa é a tônica da chamada Política de Desencorajamento (*determent, détente*) que deu suporte logístico à escalada armamentista nuclear que caracterizou a Guerra Fria.

¹³ Ver Ubiratan D'Ambrosio: Paz, Educação Matemática e Etnomatemática, *Teoria e Prática da Educação* (Maringá,PR), vol. 4, nº 8, junho 2001; pp.15-33.

¹⁴ Ver Ubiratan D'Ambrosio: *Etnomatemática*, Pitagora Editrice, Bologna, 2002; xi+187 pp. [informação estava incompleta].

mais próximo a Imre Lakatos, falo em Etnomatemática como um programa de pesquisa sobre a geração, organização intelectual, organização social e difusão do conhecimento. Poder-se-ia dizer um programa interdisciplinar abarcando o que constitui o domínio das chamadas ciências da cognição, da epistemologia, da história, da sociologia e da difusão.

Metodologicamente, esse programa reconhece que, na sua aventura enquanto espécie planetária, o homem (espécie *homo sapiens sapiens*), bem como as demais espécies de homínídeos, reconhecidas desde mais de 5 milhões de anos antes do presente, tem seu comportamento alimentado pela aquisição de conhecimento, de fazer(es) e de saber(es), que lhes permitiram sobreviver e transcender através de maneiras, de modos, de técnicas ou mesmo de artes [*techné* ou *tica*] de explicar, de conhecer, de entender, de lidar com, de conviver com [matema] a realidade natural e sociocultural [*etno*] na qual a espécie está inserida. Ao utilizar as raízes *tica*, *matema* e *etno*, cometo um verdadeiro abuso etimológico, mas que me permite construir e utilizar, num sentido conceitualmente preciso, a palavra Etnomatemática.

Naturalmente, em todas as culturas e em todos os tempos, o conhecimento, que é gerado pela necessidade de uma resposta a problemas e situações distintas, está subordinado a um contexto natural, social e cultural.

Indivíduos e povos têm, ao longo de suas existências e ao longo da história, criado e desenvolvido instrumentos de reflexão, de observação, instrumentos teóricos e, associados a esses, técnicas, habilidades (artes, técnicas, *techné*, *ticas*) para explicar, entender, conhecer, aprender para saber e fazer como resposta a necessidades de sobrevivência e de transcendência (matema), em ambientes naturais, sociais e culturais (etnos) os mais diversos. Daí chamarmos o exposto acima de Programa Etnomatemática.

A palavra Etnomatemática sugere o *corpus* de conhecimento reconhecido academicamente como Matemática. De fato, em todas as culturas encontramos formas de conhecer associadas a processos de comparação, organização, classificação, contagem, medição, inferência (que são relacionadas e hoje integradas no que se chama Matemática), geralmente mesclados ou dificilmente distinguíveis de outras formas de conhecer, hoje definidas como Arte, Religião, Música, Técnicas, Ciências. Em todos os tempos e em todas as culturas, Matemática, Artes, Religião, Música, Técnicas, Ciências foram desenvolvidas com a mesma finalidade de explicar, de conhecer, de aprender, de saber/fazer e de predizer o futuro (artes divinatórias). Todas aparecem, num primeiro estágio da história da humanidade e da vida de cada um de nós, indistinguíveis como formas de conhecimento.

A dinâmica cultural

No encontro de indivíduos e de grupos, há um processo de interação dinâmica, cujo resultado pode ser o predomínio de uma forma sobre outra, algumas vezes a substituição de uma forma por outra e mesmo a supressão e a eliminação total de alguma forma. Mas, na maioria dos casos, o resultado é a geração de novas formas culturais.

Na dinâmica do encontro, são fortes as relações entre indivíduos de uma mesma cultura (intraculturais) e, sobretudo, as relações entre indivíduos de culturas distintas (interculturais). Nas relações intra e interculturais reside o potencial criativo da espécie. Assim como a biodiversidade representa o caminho para o surgimento de novas espécies, na diversidade cultural reside o potencial criativo da humanidade.

Na Educação, tem havido o reconhecimento da importância das relações interculturais. Mas, lamentavelmente, ainda há relutância no reconhecimento das relações intraculturais. Ainda se insiste em colocar crianças em séries de acordo com idade, em oferecer o mesmo currículo numa mesma série, chegando ao absurdo de se propor currículos nacionais. E, ainda, comete-se o absurdo maior de se avaliar grupos de indivíduos com testes padronizados. Trata-se, efetivamente, de uma tentativa de pasteurizar as novas gerações!

A pluralidade dos meios de comunicação de massa, facilitada pelos transportes, levou as relações interculturais a dimensões verdadeiramente planetárias. Estamos vivendo um período em que os meios de captar informação e o processamento da informação de cada indivíduo encontram nas comunicações e na informática instrumentos auxiliares de alcance inimaginável em outros tempos. A interação entre indivíduos também encontra, na teleinformática, um grande potencial, ainda difícil de aquilatar, de gerar ações comuns.

Inicia-se assim uma nova era que abre enormes possibilidades de comportamento e de conhecimento planetários, com resultados sem precedentes para o entendimento e harmonia de toda a humanidade. Não a homogeneização biológica ou cultural da espécie, mas a convivência harmoniosa dos diferentes, através de uma ética de respeito mútuo, solidariedade e cooperação.

Naturalmente, sempre existiram maneiras diferentes de explicações, de entendimentos, de lidar e conviver com a realidade, que agora são notadas com maior evidência. Graças aos novos meios de comunicação e transporte, cria-se a necessidade de um comportamento que transcenda mesmo as novas formas culturais. Eventualmente o tão desejado livre arbítrio, próprio de ser humano, poderá se manifestar num modelo de transculturalidade que permitirá a cada ser humano atingir a sua plenitude. Um modelo adequado para se facilitar esse novo estágio na evolução da nossa espécie é a Educação Multicultural, que vem sendo adotada nos sistemas educacionais de todo o mundo.

Sabemos que no momento há mais de 200 estados e aproximadamente 6.000 nações indígenas, com uma população totalizando entre 10%-15% da população total do mundo. Embora não seja o meu objetivo discutir Educação Indígena, os aportes de especialistas na área têm sido muito importantes para se entender como a educação pode ser um instrumento que reforça os mecanismos de exclusão social.

É importante lembrar que praticamente todos os países adotaram a Declaração de Nova Delhi (16 de dezembro de 1993), que é explícita ao reconhecer que

"a educação é o instrumento preeminente da promoção dos valores humanos universais, da qualidade dos recursos humanos e do respeito pela diversidade cultural" (2.2)

e que

"os conteúdos e métodos de educação precisam ser desenvolvidos para servir às necessidades básicas de aprendizagem dos indivíduos e das sociedades, proporcionando-lhes o poder de enfrentar seus problemas mais urgentes – combate à pobreza, aumento da produtividade, melhora das condições de vida e proteção ao meio ambiente – e permitindo que assumam seu papel por direito na construção de sociedades democráticas e no enriquecimento de sua herança cultural" (2.4).

Nada poderia ser mais claro nesta declaração que o reconhecimento da subordinação dos conteúdos programáticos à diversidade cultural. Igualmente, o reconhecimento de uma variedade de estilos de aprendizagem está implícito no apelo ao desenvolvimento de novas metodologias.

Dentre os vários questionamentos que levam à preservação de identidades nacionais, muitas se referem ao conceito de conhecimento e às práticas associadas a ele. Talvez a mais importante a se destacar seja a percepção de uma dicotomia entre saber e fazer, que prevalece no mundo chamado "civilizado" e que é própria dos paradigmas da ciência moderna, como criada por Descartes, Newton e outros.

Essencialmente, essas considerações determinam uma enorme flexibilidade tanto na seleção de conteúdos quanto na metodologia.

A ciência moderna, que surgiu ao mesmo tempo e sob grande influência das grandes navegações, da conquista e da colonização, impôs-se como uma forma de conhecimento racional, originado das culturas mediterrâneas, e como o substrato de uma tecnologia eficiente e fascinante. Como consequência, a partir das nações centrais definiram-se conceituações estruturadas e dicotômicas do saber [conhecimento] e do fazer [habilidades].

Etnomatemática e matemática

A abordagem a distintas formas de conhecer é a essência do Programa Etnomatemática. Repito, o que já foi dito acima, que, diferentemente do que sugere o nome, Etnomatemática não é apenas o estudo de "matemáticas das diversas etnias". A própria composição da palavra etno-matema-tica significa que há várias maneiras, técnicas, habilidades de explicar, de entender, de lidar e de conviver com distintos contextos naturais e socioeconômicos da realidade.

A disciplina denominada Matemática é, na verdade, uma Etnomatemática que se originou e se desenvolveu na Europa, tendo recebido algumas contribuições das civilizações indiana e islâmica, e que chegou à forma atual nos séculos XV e XVI, sendo, a partir de então, levada e imposta a todo o mundo. Hoje, essa matemática adquire um caráter de universalidade, sobretudo devido ao predomínio da ciência e da tecnologia modernas, que foram desenvolvidas, a partir do século XVII, na Europa, e que são dependentes dela.

Essa universalização é um exemplo do processo de globalização que estamos testemunhando em todas as atividades e áreas de conhecimento. Falava-se muito das multinacionais. Hoje, as multinacionais são, na verdade, empresas globais, para as quais não é possível identificar uma nação ou grupo nacional dominante.

Essa ideia de globalização já começa a se revelar no início do cristianismo e do islamismo. Diferentemente do judaísmo, do qual essas religiões se originaram, bem como de inúmeras outras crenças nas quais há um povo eleito, o cristianismo e o islamismo são essencialmente religiões de conversão de toda humanidade à mesma fé, com o objetivo de subordinar todo o planeta a uma mesma igreja. Isso fica evidente nos processos de expansão do Império Romano cristianizado e do Islão.

O processo de globalização da fé cristã se aproxima do seu ideal com as grandes navegações. O catecismo, elemento fundamental da conversão, é levado a todo o mundo. Assim como o cristianismo é um produto do Império Romano levado, com o colonialismo, a um caráter de universalidade, também o são a matemática, a ciência e a tecnologia.

No processo de expansão, o cristianismo foi se modificando, absorvendo elementos da cultura subordinada e produzindo variantes notáveis do cristianismo original do colonizador. O mesmo se passou com a linguagem, com a culinária e com os costumes. Esperar-se-ia que, igualmente, as formas de explicar, conhecer, lidar, conviver com a realidade sociocultural e natural, obviamente distintas de região para região, e que são as razões de ser da matemática, das ciências e da tecnologia, também passassem por esse processo de "aclimação", resultado de uma dinâmica cultural. No entanto, isso não se deu, e não se dá, e esses ramos do conhecimento adquiriram um caráter de absoluto universal. Não admitem

variações ou qualquer tipo de relativismo. Isso se incorporou até no dito popular "tão certo quanto dois mais dois são quatro". Não se discute o fato, mas sua contextualização na forma de uma construção simbólica que é ancorada em todo um passado cultural.

A Matemática tem sido conceituada como a ciência dos números e das formas, das relações e das medidas, das inferências, e as suas características apontam para precisão, rigor, exatidão. Os grandes heróis da Matemática, isto é, aqueles indivíduos historicamente apontados como responsáveis pelo avanço e consolidação dessa ciência, são identificados na Antiguidade grega e posteriormente, na Idade Moderna, nos países centrais da Europa, sobretudo Grécia, Itália, Inglaterra, França, Alemanha. Os nomes mais lembrados são Tales, Pitágoras, Euclides, Descartes, Galileo, Newton, Leibniz, Hilbert, Einstein, Hawking. São ideias originadas por uma elite intelectual dos povos ao Norte do Mediterrâneo.

Portanto, falar dessa Matemática em ambientes culturais diversificados, sobretudo em se tratando de nativos ou afro-americanos ou outros não europeus, de trabalhadores oprimidos e de classes marginalizadas, além de trazer a lembrança do conquistador, do escravista, enfim do dominador, também se refere a uma forma de conhecimento que foi construído por ele, dominador, e da qual ele se serviu, e se serve, para exercer seu domínio. Mas isso também se passa com calças *jeans*, que se mescla com as vestes tradicionais, ou com a *coca-cola*, que aparece como uma opção para o guaraná, ainda preferido por muitos, ou com o *rap*, que está se popularizando e, junto com o samba, produzindo um novo ritmo. As formas tradicionais permanecem e se modificam pela presença das novas. A religião e a língua do dominador se modificam ao incorporar os mitos, as tradições, as expressões, os jargões, do dominado.

A Matemática europeia, com seu caráter de infalibilidade, de rigor, de precisão, firmou sua presença, excluindo outras formas de pensamento, principalmente pelo fato de ser um instrumento essencial e poderoso no mundo moderno. Na verdade, ser racional é identificado com dominar a Matemática. A Matemática se apresenta como um deus mais sábio, mais milagroso e mais poderoso que as divindades e outras tradições culturais.

A historicidade, tanto do indivíduo dominado quanto de sua cultura, é eliminada. Sua realidade é substituída por uma situação que é idealizada para satisfazer os objetivos do dominador. O aluno tem suas raízes culturais, que é parte de sua identidade, eliminadas. Essa eliminação produz o excluído.

Isto é evidenciado, de maneira trágica, na Educação Indígena. O índio passa pelo processo educacional e não é mais índio... Mas, tampouco branco. Sem dúvida, a elevada ocorrência de suicídios entre as populações indígenas está associada a isso. Uma situação semelhante se passa com as classes populares, mesmo não sendo índios. Mas principalmente com crianças, adolescentes e mesmo adultos, ao se aproximarem de uma escola. Se entre os indígenas, a

consequência é o alto índice de suicídio, entre essas crianças, adolescentes, e mesmo adultos, a consequência é uma atitude de descrença e de alienação, que muitas vezes se manifesta no recurso a drogas e à violência.

Essa situação é notada em todas as categorias de saber/fazer próprios da cultura do dominador, com relação a todos os povos que mostram uma identidade cultural.

Naturalmente, há um importante componente político nessas reflexões. Apesar de muitos dizerem que isso é jargão ultrapassado de esquerda, é claro que continuam a existir as classes dominantes e subordinadas, tanto nos países centrais quanto nos periféricos.

Faz sentido, portanto, falarmos de uma "matemática dominante", que é um instrumento desenvolvido nos países centrais e muitas vezes utilizado como instrumento de dominação. Essa matemática e os que a dominam, apresentam-se com postura de superioridade, com o poder de deslocar, e mesmo eliminar, a "matemática do dia a dia" ou "matemática espontânea" do dominado. O mesmo se dá com outras formas culturais. Particularmente interessantes são os estudos de Basil Bernstein sobre a linguagem. E são muito conhecidas as situações ligadas ao comportamento, à medicina, à arte e à religião. Todas essas manifestações são referidas como cultura popular. Naturalmente, embora esteja viva e sendo praticada, a cultura popular é, muitas vezes, ignorada, rejeitada, reprimida e, certamente, menosprezada. Isto tem como efeito desencorajar e mesmo eliminar o povo como produtor e como entidade cultural.

Muito interessante o projeto *REPOhistory: repossessing history*, desenvolvido por um grupo de artistas que produzem arte para o povo, baseada em *leituras multiculturais de narrativas perdidas, esquecidas ou eliminadas*, com a finalidade de usar a história para comentar sobre temas sociais contemporâneos. Recentemente, ao escolher o tema *Sangue*, incorporaram os conhecimentos científicos de *AIDS* à cultura popular. Esta é uma excelente ilustração do que é dinâmica cultural.¹⁵

Pode-se dar outro importante exemplo de dinâmica cultural na Matemática. Em particular na Geometria e na Aritmética, notam-se violentas contradições. Por exemplo, a geometria do povo, dos balões e dos papagaios, é colorida. A geometria teórica, desde sua origem grega, eliminou a cor. Muitos leitores a essa altura estarão confusos. Estarão dizendo: mas o que isso tem a ver? Papagaios e balões? Cores?

Tem tudo a ver, pois são justamente essas as primeiras e mais notáveis experiências geométricas. E a reaproximação de Arte e Geometria dificilmente será alcançada sem o mediador cor. Na Aritmética, o atributo do número na quantificação é essencial. Duas laranjas e dois cavalos são "dois" distintos. Chegar ao "dois" sem qualificativo, abstrato,

¹⁵ REPOhistory. Circulation, *Art Journal*, vol.59, nº4, 2000, pp.38-53.

assim como à Geometria sem cores, talvez sejam os pontos cruciais na passagem para uma Matemática teórica. O cuidado com essa passagem e trabalhar adequadamente esse momento talvez sintetizem tudo que há de importante nos programas de Matemática Elementar. O resto daquilo que constitui os programas são técnicas que pouco a pouco podem ir se mostrando interessantes e necessárias.

Não se questiona a conveniência e mesmo a necessidade de ensinar aos dominados a língua, a matemática, a medicina, as leis do dominador, sejam esses índios e brancos, pobres e ricos, crianças e adultos. Chegamos a uma estrutura de sociedade e a conceitos de cultura, de nação e de soberania que impõem essa necessidade. O que se questiona é a agressão à dignidade e à identidade cultural daqueles subordinados a essa estrutura.

A responsabilidade maior dos teóricos da educação é alertar para os danos irreversíveis que se podem causar a uma cultura, a um povo e a um indivíduo se o processo for conduzido levianamente, muitas vezes até com boa intenção, e fazer propostas para minimizar esses danos. Muitos educadores não se dão conta disso.

O que justifica o papel central das ideias matemáticas em todas as civilizações [etnomatemáticas] é o fato de elas fornecerem os instrumentos intelectuais para lidar com situações novas e definir estratégias de ação. Portanto a etnomatemática do indígena serve, é eficiente e adequada para as coisas daquele contexto cultural, naquela sociedade. Não há porque substituí-la. A etnomatemática do branco serve para outras coisas, igualmente muito importantes, propostas pela sociedade moderna e não há como ignorá-la. Pretender que uma seja mais eficiente, mais rigorosa, enfim melhor que a outra é, se removida do contexto, uma questão falsa e falsificadora.

O domínio de duas etnomatemáticas, e possivelmente de outras, obviamente oferece maiores possibilidades de explicações, de entendimentos, de manejo de situações novas, de resolução de problemas. É exatamente isso que se faz na pesquisa matemática - e na pesquisa em qualquer outro campo do conhecimento. O acesso a um maior número de instrumentos e de técnicas intelectuais dão, quando devidamente contextualizadas, muito maior capacidade de enfrentar situações e de resolver problemas novos, de modelar adequadamente uma situação real para, com esses instrumentos, chegar a uma possível solução ou curso de ação.

Isto é aprendizagem por excelência, isto é, a capacidade de explicar, de apreender e compreender, de enfrentar, criticamente, situações novas. Aprender não é o mero domínio de técnicas, habilidades e muito menos a memorização de algumas explicações e teorias.

A adoção de uma nova postura educacional é, essencialmente, a busca de um novo paradigma de educação que substitua o já desgastado ensino-aprendizagem, que é baseado

numa relação obsoleta de causa → efeito. Procura-se uma educação que estimule o desenvolvimento de criatividade desinibida conduzindo a novas formas de relações interculturais. Essas relações caracterizam a educação de massa e proporcionam o espaço adequado para preservar a diversidade e eliminar a desigualdade discriminatória, dando origem a uma nova organização da sociedade. Fazer da Matemática uma disciplina que preserve a diversidade e elimine a desigualdade discriminatória é a proposta maior de uma Matemática Humanística. A Etnomatemática tem essa característica.

Como conclusão

Essas reflexões constituem o essencial no esforço para se alcançar a Paz nas suas múltiplas dimensões. A violação dessa Paz está associada à violação da Ética Maior:

- i) respeito pelo outro, com todas as suas diferenças;
- ii) solidariedade com o outro na satisfação de suas necessidades materiais e espirituais;
- iii) cooperação com o outro na preservação dos bens naturais e culturais, para a sobrevivência com dignidade.¹⁶

Há uma moralidade associada ao conhecimento e em particular ao conhecimento matemático. Por que insistirmos em Educação e Educação Matemática, e no próprio fazer matemático, se não percebemos como nossa prática pode ajudar a construir uma humanidade ancorada em respeito, solidariedade e cooperação?

A PAZ TOTAL depende essencialmente de cada indivíduo se conhecer e se integrar na sua sociedade, na humanidade, na natureza e no cosmos. Ao longo da existência de cada um de nós, pode-se aprender matemática, mas não se pode perder o conhecimento de si próprio e criar barreiras entre indivíduos e os outros, entre indivíduos e a sociedade, e gerar hábitos de desconfiança do outro, de descrença na sociedade, de ignorância e desrespeito à humanidade, que é uma só, à natureza, que é comum a todos, e ao universo, no qual tudo e todos se situam.

Cabe ao matemático e ao educador matemático subordinar a sua ciência e a difusão da mesma à Ética Maior. Em outros termos, a busca de uma Ética Matemática. O encontro de uma Ética Matemática é o objetivo maior do Programa Etnomatemática.

¹⁶ Ubiratan D'Ambrosio: Mathematics and Peace: a reflection on the basis of Western Civilization: LEONARDO, vol.34, nº4, 2001; pp.327-332.



Formação de professores: o comentarista crítico e o animador cultural

Ubiratan D'Ambrosio: Professor Emérito da Universidade Estadual de Campinas; Professor Visitante Sênior da FURB, Blumenau.

"Era uma vez um menino bastante pequeno que contrastava com a escola bastante grande. Uma manhã, a professora disse: - Hoje nós iremos fazer um desenho. "Que bom!" - pensou o menininho. Ele gostava de desenhar leões, tigres, galinhas, vacas, trens e barcos...

Pegou a sua caixa de lápis-de-cor e começou a desenhar. A professora então disse: - Esperem, ainda não é hora de começar! Ela esperou até que todos estivessem prontos. - Agora, disse a professora, nós iremos desenhar flores. E o menininho começou a desenhar bonitas flores com seus lápis rosa, laranja e azul. A professora disse: - Esperem! Vou mostrar como fazer. E a flor era vermelha com caule verde. - Assim, disse a professora, agora vocês podem começar. O menininho olhou para a flor da professora, então olhou para a sua flor. Gostou mais da sua flor, mas não podia dizer isso... virou o papel e desenhou uma flor igual à da professora. Era vermelha com caule verde.

Num outro dia, quando o menininho estava em aula ao ar livre, a professora disse: - Hoje nós iremos fazer alguma coisa com o barro. "Que bom!", pensou o menininho. Ele gostava de trabalhar com barro. Podia fazer com ele todos os tipos de coisas: elefantes, camundongos, carros e caminhões. Começou a juntar e amassar a sua bola de barro. Então, a professora disse: - Esperem! Não é hora de começar! Ela esperou até que todos estivessem prontos. - Agora, disse a professora, nós iremos fazer um prato. "Que bom!", pensou o menininho. Ele gostava de fazer pratos de todas as formas e tamanhos. A professora disse: - Esperem! Vou mostrar como se faz. Assim, agora vocês podem começar. E o prato era um prato fundo. O menininho olhou para o prato da professora, olhou para o próprio prato e gostou mais do seu, mas ele não podia dizer isso. Amassou seu barro numa grande bola novamente e fez um prato fundo, igual ao da professora.

E muito cedo o menininho aprendeu a esperar e a olhar e a fazer as coisas exatamente como a professora. E muito cedo ele não fazia mais coisas por si próprio. Então aconteceu que o menininho teve que mudar de escola. Essa escola era ainda maior que a primeira. Um dia a professora disse: - Hoje nós vamos fazer um desenho. "Que bom!", pensou o menininho e esperou que a professora dissesse o que fazer. Ela não disse. Apenas andava pela sala. Então

veio até o menininho e disse: - Você não quer desenhar? - Sim, e o que é que nós vamos fazer? - Eu não sei, até que você o faça. - Como eu posso fazê-lo? - Da maneira que você gostar. - E de que cor? - Se todo mundo fizer o mesmo desenho e usar as mesmas cores, como eu posso saber o desenho de cada um? - Eu não sei...

E então o menininho começou a desenhar uma flor vermelha com o caule verde..."

Helen Buckley

Num trabalho recente, o educador Mihaly Csikszentmihalyi diz:

“Escolas, mesmo sendo importantes, contribuem apenas com uma fração relativamente modesta para a educação dos jovens”.¹

Essa observação nos convida a refletir sobre a formação dos professores nessa nova visão do papel da escola, que vem tomando corpo nos meios educacionais.

A escola oferece um espaço passivo de ouvir e ver conhecimento velho, congelado, com a esperança que o aluno será capaz de descongelar esse conhecimento para aplicá-lo a situações novas. É muito importante que os alunos tenham como foco atividades experimentais e de solução de problemas que tratam de fatos e objetos reais, uma aprendizagem baseada na convivência com práticas efetivas e na ativação de todos os sentidos e memórias de situações anteriores. É a oportunidade de praticar o novo e de encarar o desafio intrínseco a essa experiência.

Hoje, os jovens são expostos a uma enorme variedade de experiências resultantes de uma multiplicidade de situações e de meios. O aprendizado tradicional não satisfaz às ansiedades desses jovens.

Somos naturalmente levados a perguntar sobre a natureza do conhecimento e sua incorporação no cotidiano. Sobre conhecimento, refiro o leitor a outros trabalhos que tenho escrito.² Neste trabalho vou falar sobre o cotidiano e sobre a formação do professor para incorporar o cotidiano na sua prática pedagógica.

As experiências do cotidiano

Ao falar sobre o cotidiano, quero destacar o amplo espaço ocupado pela mídia, particularmente a televisão. Sabemos que mesmo nas residências mais modestas há um televisor, com prioridade sobre uma geladeira. É interessante observar que a legislação atual proíbe que se penhore cama, fogão, geladeira, mesa de refeições de famílias respondendo a processos por dívidas, por se tratar de bens essenciais no cotidiano familiar. Uma lei

¹ Mihaly Csikszentmihalyi: Education for the Twenty-First Century, *Dædalus* 124 (4), Fall 1995.

² Ver meu livro Ubiratan D'Ambrosio: *Educação para uma Sociedade em Transição*, Papirus Editora, Campinas, 1999.

complementar incluiu televisão como impenhorável. Curioso que muitas famílias não possuem geladeira, mas praticamente todas possuem televisão.

Isto é, praticamente toda criança que vai à escola tem acesso a programas de televisão. Os programas assistidos pelas crianças são, muito provavelmente, noticiários de nível muito baixo, do tipo *mondo cane*, telenovelas, filmes e desenhos. Estes últimos são, na sua maioria, ficção violenta, mostrando o mundo do futuro, e ancorados em ideias fantasiosas e exploratórias sobre os avanços científicos e tecnológicos.

A importância da ficção no plasmar visões e comportamentos da sociedade não é novidade. Podemos inclusive lembrar o grande efeito do romantismo na literatura do século XIX, a partir da paixão do jovem Werther, de Goethe, e no cinema do século XX. É admitido que a ficção em literária nos diz muito sobre o cotidiano real.

A ficção científica e tecnológica nos fala sobre avanços recentes e sobre como esses avanços se farão notar no cotidiano. Isso desde os primeiros avanços da ciência moderna. Por exemplo, as experiências sobre a eletricidade no corpo humano, sobretudo aquelas conduzidas por Luigi Galvani no final do século XVIII, estão presentes na extraordinária personagem do monstro de Frankenstein criado por Mary Wollstonecraft Shelley. Na transição do século XIX para o século XX, as fantásticas possibilidades de exploração do planeta e do cosmos têm grande popularidade com as novelas de Júlio Verne.

Com o advento do cinema, a ficção ganha ainda mais força graças a imagens vivas e mais acessíveis que as imagens literárias. O futuro é antecipado nos filmes antológicos de Fritz Lang, em especial a ficção social de *Metrópolis* (1926) e a ficção psicoemocional retratada em *O Vampiro de Dusseldorf* (1931), e mais recentemente no *O Caçador de Androides* (1982). Estamos assistindo uma antecipação do cotidiano. Particularmente, nos desenhos animados, a criatividade dos produtores não tem limite.

Esse é conteúdo do cotidiano preenche a imaginação das crianças. É o estímulo espontâneo para refletir sobre o novo. Muito mais interessante que o conteúdo apresentado pelo professor na escola convencional, seguindo um programa tradicional, que, em geral, é desinteressante, obsoleto e inútil. DOI no imaginário da criança!

O cotidiano, no presente, fecha as portas do passado e abre as portas do futuro. O passado nos orienta na marcha pelo futuro. Parece não haver dúvida que o indivíduo marcha para o futuro com mais segurança se refletir sobre experiências suas e de outros. Dessa reflexão resulta a aquisição de conhecimento. Uma função da escola é proporcionar essas experiências e os consequentes conhecimentos.

Salvo raras exceções, a escola vem tentando promover a aquisição de conhecimento através de experiências, situações, vivências padronizadas, desinteressantes e pouco criativas, objetivando a transmissão de um conteúdo congelado, obsoleto, desligado de tudo o que

povoa a imaginação de uma criança e que a criança sabe que de nada lhe servirá, será inútil, na marcha para o futuro, seja como profissional, como cidadão, como indivíduo criativo.

A expectativa de um sistema escolar é capacitar indivíduos para exercerem uma profissão, para serem cidadãos conscientes e para serem criativos na sua área de atuação. Para isso ele deve receber, na escola, os instrumentos comunicativos, abstratos e materiais. Essa tem sido, ao longo da história, a origem das várias propostas curriculares, desde o trivium dos romanos [gramática, retórica, dialética] até a proposta da modernidade [ler, escrever, contar] e a proposta para a era da tecnologia [materia, literacia, tecnocracia].³

Não posso deixar de insistir que experiências pessoais e de outros, isto é, conhecimento do passado, são fundamentais para entrar no futuro com segurança.

A escola seria o espaço privilegiado para saber sobre o passado e relacionar esse saber com o fazer, que é o novo. Mas a escola tem poucas condições de oferecer isso. Não tem recursos humanos nem materiais suficientes e nem agilidade para evitar que a visão de passado e as experiências novas caiam no maçante repetitivo e sejam, portanto, rejeitadas pelos alunos. Essa rejeição se traduz nos baixos resultados mostrados nos testes e exames, no desinteresse generalizado e na evasão.

Enormes possibilidades aparecem fora da escola, extramuros, em parques, comunidades, e muito especialmente em museus.

Museus e parques ecológicos e temáticos

Um fato internacionalmente reconhecido é a criação e fundação de novos museus, das mais diversas modalidades, e o número crescente de visitantes. O conceito popular de museu associado a um depósito de coisas do passado é agora complementado por um conceito de museu dinâmico, aonde se vai não só para apreciar, mas também, e principalmente, para exercer crítica e criar.

Os museus de arte, talvez os mais numerosos, geralmente possuem um atelier, onde jovens, adultos e idosos encontram um espaço criativo inspirador.

Igualmente populares são os museus históricos e os museus de ciências. Os primeiros, tradicionalmente focalizados no orgulho nacional, hoje são frequentemente focalizados na crítica a uma ordem social e política indesejável e muitas vezes associados à propaganda político-partidária. Os museus de ciências, com uma longa história, são hoje dinâmicos e muitas vezes complementados por parques temáticos.

A grande novidade dos museus virtuais começa a se definir. O acesso à Internet está aumentando enormemente em todos os países, inclusive no Brasil. O acesso aos mais

³ Conforme proposto no livro da nota de rodapé 2.

famosos museus internacionais já é possível pela Internet. Prevê-se para breve a fusão de telefone-televisão-computador.

Nas suas várias modalidades, o número de museus se multiplica, e os reflexos de sua presença na sociedade são estudados com crescente intensidade, despertando o interesse de acadêmicos das várias áreas.⁴

Mas quando e onde surgiram os museus? Os museus já são noticiados no tempo dos assírios, em 2000 a.C., e no templo de Karnak, no Egito, em 1500 a.C., como coleções de objetos para deleite e estudo, especificamente jardins botânicos e zoológicos. Somente na antiguidade grega os museus começam a ter características mais próximas ao que se entende hoje por um museu. A mitologia grega se refere às Musas, que são filhas de Zeus, como aquelas que desejam instruir e fixar o espírito sobre uma ideia ou uma arte e o *mouseiôn* é o templo das Musas. Da antiguidade grega lembramos o *mouseiôn* de Alexandria, mantido pelo Estado, onde estavam reunidos objetos vindos de todas as partes do Império. Uma verdadeira academia, onde filósofos se reuniam e novas ideias floresciam. Curioso lembrar a etimologia de academia: *héka* = distante + *demos* = povo. O museu não era diferente.

No Renascimento, os museus se tornaram gabinetes de curiosidade, onde se podiam apreciar objetos raros, antiguidades e desenvolver uma forma de deleite com oportunidades de descobrir e entender um mundo que se tornava global. Os museus geralmente eram propriedade particular de aristocratas e de clérigos e se tornaram uma forma de patronear artistas e intelectuais. Tiveram grande expansão no século XVIII, mas não eram abertos ao povo.

Com as revoluções sociais do final do século XVIII, particularmente a Revolução Americana e a Revolução Francesa, os museus se tornaram acessíveis ao povo.

A percepção das possibilidades políticas oferecidas pelos museus, sobretudo os museus históricos, que ressaltam valores nacionais e um conceito emergente de patriotismo, teve como resultado o patrocínio de museus pelos governos. Essa utilização política do ufanismo foi o fator principal na expansão de museus abertos ao público no curso do século XIX e principalmente no século XX. Além disso, o poder imperial contava sua glória pelo estímulo a expedições científicas para todas as partes do mundo e pelo apoio ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia. Criaram-se assim museus abertos ao público e que poderiam ser interpretados como uma prestação de contas que o poder dava ao povo. Criaram-se assim os modernos museus de ciência e de tecnologia.

A ênfase no ensino de ciências durante a expansão dos sistemas educacionais, no início do século XX, foi um fator importante para o surgimento de museus, tendo como foco a

⁴ Um número recente [vol.128, n.3, Summer 1999] da prestigiosa revista *Dædalus*, órgão da American Academy of Arts and Sciences, é inteiramente dedicado ao tema "America's Museums".

popularização das ciências e das artes e, como público-alvo, os estudantes. Essa presença dos museus no espaço educacional vem crescendo muito.

Seria muito benéfico modalidades curriculares que incorporassem, nas licenciaturas, disciplinas dos cursos de turismo e vice-versa.

E que espaço resta para a escola?

A escola é um espaço onde jovens, de diferentes raízes culturais e sociais, se reúnem para adquirir modos de comportamento e os conhecimentos considerados importantes para desempenhar seu papel na sociedade. Particularmente importante é a possibilidade de socialização que as escolas oferecem. É na escola que a criança encontra o outro, geralmente desconhecido e diferente, e passa a conviver e colaborar com o outro.

Via de regra, as escolas têm expectativas com relação aos alunos, que resultam dos interesses das mantenedoras, sejam elas públicas ou privadas. Esses interesses se manifestam na organização curricular, centrada em conteúdos programáticos, e nas avaliações, geralmente na forma de testes padronizados. Isso exige uma formação de um corpo docente compatível com esses interesses.

No momento, estão surgindo inúmeras propostas de uma ação renovadora em educação, principalmente na linha de pensamento de Mihaly Csikszentmihalyi: o aprendizado fora da escola é da maior importância.

O *busilis* é a formação de professores para esse novo pensar em educação. Naturalmente, o professor tende a ensinar como foi ensinado. Como oferecer o novo ao futuro professor? Como fazer com que ele tenha novas experiências durante a sua formação?

Uma forma muito efetiva de se introduzir um espaço descontraído na formação de professores pode ser conseguido com os Laboratórios que alguns cursos oferecem como atividade complementar às disciplinas do programa. Embora esses laboratórios sejam mais comuns em ciências e matemática, a ideia atinge todas as disciplinas do currículo.⁵ Sobretudo os laboratórios integrados oferecem inúmeras possibilidades de preparação em resposta ao que é observado por Csikszentmihalyi. No futuro, esses laboratórios não somente serão informatizados, oferecendo inúmeras possibilidades de simulação, mas também, com a expansão da utilização da Internet na educação, deverão se assemelhar a museus virtuais.

⁵ Destaco o Laboratório de Ensino-Aprendizagem da Matemática e Ciências Físicas e Biológicas da Universidade Federal do Paraná, criado e dirigido pela Professora Ettiène Guérios **De Domenico** em 1985. Um importante estudo da repercussão desse laboratório na formação de algumas gerações de professores, até 1999, constitui a tese de doutoramento de De Domenico, a ser defendida na Faculdade de Educação da UNICAMP.

Muitas escolas de ensino fundamental e médio abrem um espaço para experiências fora da escola, tais como visitas a museus e excursões. Esse espaço, que poderíamos chamar “fora da escola”, deveria ser privilegiado, enquanto o espaço escolar tradicional deveria ser reservado para exercícios críticos, com foco na cidadania. Em outras palavras, o ensino deveria ter como ponto de partida a experiência em ambientes distintos de uma sala de aula, associado ao fazer. A aquisição de conhecimento deveria ter como ponto de partida mercados, praças e fábricas. Naturalmente, a utilização desses espaços sociais como espaços escolares, sobretudo no ensino fundamental e médio, é extremamente difícil, sobretudo nas grandes cidades. Metaforicamente, poderíamos dizer que os museus são os canteiros de obras e serviços para a prática educacional.

Qual seria uma nova dinâmica para a escola de formação de professores? Eu vejo a escola voltada para um ambiente próximo a uma assembleia de aprendizado, onde ideias originárias de experiências e situações fora da aula são expostas pelos alunos [palestrantes], discutidas pela classe e o professor serve como moderador. Breves exposições de natureza teórica devem ser, ocasionalmente, inseridas pelo professor nas discussões. Criar um mecanismo de condução dessas assembleias, discutida e acordada pelos participantes, é um importante aspecto da educação.

A sociedade moderna exige, mais e mais, participação ativa de todos os interessados na tomada de decisões. Na prática docente, isso se manifesta na elaboração do aprendizado. O conhecimento congelado, já elaborado, não mais será conduzido via um professor detentor desse conhecimento, apoiado na autoridade intrínseca ao “ser professor”, como era característico da educação de antanho.

Hoje, é fácil reconhecer que a autoridade do professor, baseada naquilo que ele sabe, é frágil. Pois ele sabe muito pouco! Qualquer aluno atento e curioso constata que o conhecimento do professor é muito limitado e desatualizado. Igualmente o conhecimento que está congelado nos livros. A informação, ou conhecimento congelado, é mais abundante e ampla e mais atualizada nos novos meios de armazenamento de informação: Internet, CD-Rom’s, disquetes, vídeos. Além disso, esses meios, muito ágeis na disseminação de informação, só são ativados em função da demanda.

O ponto que recebe mais críticas nessas propostas refere-se ao conhecimento básico. Esse argumento é frequentemente usado por aqueles que defendem uma educação tradicional, baseada na necessidade de assimilação, pelo aluno, de conhecimento organizado em etapas, correlacionadas com faixas etárias.⁶

Essa aquisição de conhecimento é fortemente propedêutica, isto é, que se justifica por servir para uma etapa seguinte. Não há apoio para isso nas modernas teorias de aprendizagem.

⁶ Faço uma discussão sobre isso no livro Ubiratan **D’Ambrosio**: *Etnomatemática. A Arte ou Técnica de Conhecer e Entender*, Editora Ática, São Paulo, 1990.

Além disso, está comprovado que os professores não têm qualquer ideia sobre o porquê dos conteúdos assim organizados nos programas.⁷

O novo professor: comentarista crítico e animador cultural

Como será o novo professor para a nova educação que se descortina?⁸

Naturalmente, a organização das disciplinas deverá ser liberada do sequenciamento em etapas e divisões de conhecimento que a tradição impôs. Infelizmente, a lógica de encadeamento que prevalece nos cursos tradicionais sugere que se dê maior atenção ao encadeamento do que ao fato ou ao fenômeno que é foco da discussão naquele momento.

A nova educação não se limita a indivíduos em idade escolar. A enorme mudança no conhecimento faz com que a volta à escola seja tão importante quanto a frequência à escola nas idades adequadas. Isto é particularmente importante no que se refere a diplomas que tem um caráter de terminalidade, dando credenciamento definitivo para uma profissão. Há indicadores que diplomas serão desvinculados de credenciamento profissional. Deverá prevalecer algo como uma pós-graduação continuada e permanente.

Mais uma vez me refiro aos espaços extraescolares, como, por exemplo, museus, que oferecem uma oportunidade única de educação continuada e permanente. A principal vantagem sobre os cursos mais usuais, tais como pós-graduações em *lato* e *stricto sensu*, é o fato de os cursos oferecidos extramuros permitirem que o adulto aprenda no seu próprio ritmo, num ambiente que mostra seus problemas e deficiências, que evoca recordações ou fantasia e que recorre a múltiplas emoções e estímulos sensoriais. A não existência de um programa a ser cumprido dá à experiência possibilidades de se ramificar para várias áreas de conhecimento. Esse espaço, que chamo extramuros, tem como exemplos ambientes naturais, como o local de trabalho, e ambientes artificiais, como por exemplo museus e parques temáticos. Em muitas comunidades, a criação de um museu representa um acontecimento cultural na cidade, abrindo inclusive as portas da universidade para a comunidade em geral.⁹

⁷ Ver a esse respeito a tese de doutoramento de Regina Luzia Corio de **Buriasco**: “Avaliação em Matemática: um estudo das respostas de alunos e professores”, Universidade Estadual Paulista, Campus de Marília, 1999.

⁸ Chamar “nova educação” não é de todo apropriado. Propostas nessa direção já se encontram na Yasnaya Polyana, de Lev **Tolstoy** (1828-1914), na Pedagogia Waldorf, de Rudolf **Steiner** (1861-1925), na Summerhill School, de Alexander Sutherland **Neill** (1883-1973), na Escola Ativa, de John **Dewey** (1859-1952).

⁹ Menciono a dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências (UNICAMP/OEA/1981) de Bonifácio Pires **Franklin**, intitulada “Criação e Implementação do Museu de Ciências Naturais da Universidade Federal do Piauí”, orientada por Fernando Dias de **Ávila Pires**.

No caso de museus e parques temáticos, que reputo da maior importância na nova educação, é importante o aspecto multicultural que deve permear sua organização. Na sua vocação, o museu e o parque temático devem ser transculturais e transdisciplinares. Eles focalizam fatos e fenômenos não como a culminação de princípios e verdades básicas aceitas, como é o caso do desenvolvimento de conteúdos programáticos. Ao contrário, princípios e verdades são a consequência de uma análise crítica de uma multiplicidade de fatos e fenômenos, o que caracteriza a transdisciplinaridade.

Neste momento de crescente utilização de *Internet*, os museus oferecem novas possibilidades. A ida ao museu se torna muitas vezes dispensável para a utilização de seu acervo. Isso cria um grande espaço para criatividade. Participar da obra criada, penetrando nos seus detalhes e, muitas vezes arranjando o que parece terminado, oferece inúmeras possibilidades cognitivas e criativas. Mesmo do ponto de vista histórico, entender os processos criativos de outras gerações é altamente estimulante.¹⁰

Nos últimos tempos, têm surgido algumas variantes dos museus e parques temáticos através do aproveitamento de espaços empresariais superados e edifícios públicos e a intensificação do turismo ecológico.

O aproveitamento de espaços empresariais superados, como armazéns, estações, edifícios públicos, é muito importante. Em São Paulo, são notáveis a Estação Ciências e recentemente a Estação Júlio Prestes. Praticamente todas as cidades do interior têm um espaço público abandonado e não aproveitado. A recuperação desses espaços para utilização como museus é algo que deveria ser prioritário nas comunidades.

Os parques temáticos podem ser vistos como variantes dos museus. Sítios de fósseis, como o dos dinossauros situado em Peirópolis, Uberaba, MG, e várias reservas ecológicas, são exemplos de parques temáticos. Intimamente relacionado com os parques temáticos está o turismo ecológico. Com a expansão da indústria do turismo, mais e mais oportunidades de visitas a grandes parques passam a ser uma opção educacional. Cabe aos sistemas escolares incorporar isso nos seus currículos. Por exemplo, uma semana de visita à Pedra do Baú, na Serra da Mantiqueira, poderia se constituir no foco de todo um semestre de atividades escolares. O argumento do custo elevado de tal programação é falso. Devidamente planejado, com escolha adequada de lugares, essas atividades seriam perfeitamente assimiladas no orçamento de uma escola.

Sem qualquer insinuação de cinismo, a visita a um grande lixão nas comunidades pode ser enquadrada nas modalidades parque temático e turismo ecológico.

Com o grande desenvolvimento e interesse pela tecnologia, parques temáticos modelados na Disneylândia estão proliferando. São empreendimentos altamente lucrativos, associados a

¹⁰ É interessante uma visita ao site <http://www.museo.unimo.it/labmat>

um turismo cada vez mais acessível. Isso começa a proliferar no Brasil. O Beto Carrero World está permanentemente lotado. E outros parques similares começam a ser anunciados. Todos têm uma forte presença de tecnologia. O aproveitamento desses ambientes como espaços educacionais é algo que não pode ser rejeitado.

As universidades podem e devem ter importante participação no aproveitamento e gestão desses espaços comunitários.¹¹

Do mesmo modo, não deve ser rejeitado o trabalho sobre filmes e programas de televisão, particularmente aqueles focalizados na tecnologia do futuro, muitas vezes chamados ficção científica. Muito pelo contrário, estes devem ser foco de reflexões, no estilo do que propus no início deste trabalho. A ficção científica, que se assemelha em muito ao conceito de museu, é igualmente algo a ser trabalhado. A criação de situações fictícias, trabalhar com hipóteses imaginadas, é uma excelente introdução aos estudos de ciência.

Particularmente grave tem sido o declínio no ensino de ciências e matemática, ambos fundamentais para o mundo moderno. Sabemos que a criança nasce com talento científico e matemático naturais, manifestado nas capacidades de observar, comparar, classificar, experimentar, interpretar acerto e erro, descobrir, e muitos outros comportamentos. Cabe ao educador estimular essas capacidades.

Nessas novas modalidades de aquisição de conhecimento surge, de modo essencial, a crítica ao que se viu, ouviu, leu, observou, imaginou. Uma das características dos conteúdos programados é exercer essa crítica ao elaborar o programa. Só está no programa aquilo que, por razões diversas, a sociedade acha que é importante conhecer. Essa função de filtrar conhecimento intrínseca ao programa. Numa situação de currículo aberto, essa função é exercida pelos comentários críticos, que é uma nova função do exercício docente.

Recorro a um outro setor da sociedade para ilustrar essa ideia, que é o trabalho de comentaristas de rádio e televisão. Por exemplo, o locutor de futebol na rádio deve informar sobre o desenrolar do jogo [transmite conhecimento]. No momento do jogo, há quase nenhum espaço para comentários. O locutor de futebol na televisão não tem necessidade de informar sobre o jogo. O público está vendo. Com isso ele passa a ter um espaço para comentários simultaneamente ao desenrolar do jogo. Um outro exemplo. No *Jornal Nacional*, da TV Globo, essa é a função de Arnaldo Jabor. E na Rádio Cultura de São Paulo, no programa *Diário da Manhã*, Salomão Schwartzmann tem essa função. Eles não dão as notícias, mas tecem comentários sobre o conhecimento [notícia] já adquirido pelo público.

¹¹ Em 1983, orientei a dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências (UNICAMP/OEA) de José Maria **Gurgel**, intitulada "Uma Experiência para o Ensino de Ciências, levando em conta a realidade sócio-cultural do nordeste brasileiro." Essencialmente, foi a análise da implementação de um centro de ciências situado num espaço ecológico de Cajazeiras, Paraíba.

Da mesma maneira, também o professor tem uma nova função. O aluno aprende de várias maneiras, a grande maioria fora do ambiente escolar. O professor não é essencial nesse processo. No entanto, esse conhecimento é fragmentado, disperso e muitas vezes não focalizado. Cabe ao professor, como comentarista crítico, dar sentido às inúmeras informações recebidas em condições muito distintas e, naturalmente, sem um foco pré-definido. Essa riqueza de informações, obtida de forma caótica, deve produzir conhecimento focalizado numa ação nova. Orientar nessa ação é a função do comentarista crítico.

Vou agora examinar uma outra função nova para o professor num espaço educacional ampliado, que é a de um animador cultural. O aproveitamento dos vários espaços e oportunidades que surgem, já mencionados acima, exige uma formação especial. Muito próximo a isso é a função de um guia turístico moderno, que é uma profissão em ascensão.

Uma modalidade de animador cultural é a do professor de cursinho. Uma outra modalidade vem surgindo nos grupos de estudo e cursos livres, como por exemplo a UNIPAZ, na figura do facilitador. A grande diferença é que o professor de cursinho tem como objetivo passar um conteúdo pré-determinado e o facilitador se pauta por vivências e práticas muito dirigidas.

A transformação do professor em animador cultural é semelhante ao que se nota nas igrejas cristãs emergentes e na crescente aceitação de tendências carismáticas na Igreja Católica. Alguns sacerdotes exemplificam muito bem essa ação do animador cultural professando uma fé ou uma doutrina.

O professor animador cultural trabalha com conteúdos abertos, aproveitando o ambiente natural, cultural, social, imaginário para gerar conhecimento.

O professor do futuro será valorizado pela sua ação como animador cultural e comentarista crítico. O professor que vê sua missão como ensinador de um conteúdo disciplinar tem seus dias contados e rapidamente será substituído por um vídeo ou um CD-Rom ou alguma nova peça de tecnologia ainda em desenvolvimento.

A formação do professor deve contemplar esse novo papel do professor numa nova educação.



Etnomatemática: uma proposta pedagógica para a civilização em mudança

Palestra de encerramento do Primeiro Congresso Brasileiro de Etnomatemática, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1-4 de novembro de 2000 (transcrição, com ligeira revisão, da gravação).

Ubiratan D'Ambrosio: Presidente do *International Study Group on Ethnomathematics* - ISGEm.

Bom dia!

Eu estou muito feliz com a oportunidade de fazer a palestra final deste congresso, após quatro dias de trabalho intenso e produtivo, num ambiente de grande cordialidade. Foram dias muito proveitosos para todos nós. É importante lembrar que quando mencionei pela primeira vez, no Grupo de Estudos e Pesquisa em Etnomatemática¹ da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, coordenado pela Profa. Maria do Carmo Domite, que seria interessante realizarmos um congresso brasileiro de etnomatemática, a sugestão foi imediatamente aceita pelo grupo, que assumiu a organização do evento. O Primeiro Congresso Brasileiro de Etnomatemática - CBEm1 tornou-se um fato.

Devo confessar que tenho organizado vários congressos, mas esta é a primeira vez que, como organizador, não organizei coisa alguma. O grupo me informava de como iam as coisas e, sob a liderança da Maria do Carmo, a estrutura do congresso foi tomando corpo. Pequeninha de estatura, a Maria do Carmo revelou-se uma gigante na capacidade de liderar a organização de um evento do porte deste CBEm1. O grupo de colaboradores nesse trabalho, distribuindo e assumindo tarefas, revelou-se uma equipe de primeira. Difícil mencionar um a um. Mas todos aqueles que estão aqui presentes e aqueles que acompanharam as fases preparatórias e agora a realização do congresso podem facilmente identificá-los. A todos, parabênz pelo grande desempenho. O apoio decisivo da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo e a parceria com a Sociedade Brasileira de Educação Matemática - SBEM e várias outras formas de apoio e de colaboração tornaram possível este evento, trazendo representantes de praticamente todo o país, e com uma significativa participação

¹ Nota dos editores: GEPEm

internacional. É gratificante ver tanta gente aqui reunida, alguns vindo de muito longe, apresentando trabalhos de incontestável valor acadêmico e de grande relevância para a educação brasileira.

Etnomatemática é um programa de pesquisa em história e filosofia da Matemática, com óbvias implicações pedagógicas. Nesses quatro dias ouvimos excelentes projetos e resultados de pesquisas sobre etnomatemática. Nesta palestra final vou tecer algumas considerações de caráter geral que, acredito, são importantes para a etnomatemática, para a própria matemática e para a educação em geral.

Não posso deixar de lembrar a todos vocês que a prioridade maior para a humanidade é alcançar a paz. Não sem razão, a Organização das Nações Unidas decidiu proclamar **2000 Ano Internacional da Cultura de Paz**. Também, a União Matemática Internacional proclamou **2000 Ano Internacional da Matemática**. Sem paz não haverá sobrevivência da humanidade, e não haverá mais matemática! Como esses dois grandes propósitos se coordenam para atingir paz para a humanidade?

Examinando a insegurança total e o deplorável estado atual da humanidade, testemunhamos, pela nossa própria experiência ou pelo que observamos na mídia, violações frequentes da paz, em todas as suas dimensões [militar, ambiental, social, interior], todas² possíveis somente pela utilização, perversa, de instrumentos tecnológicos e científicos que puderam ser desenvolvidas graças à existência do instrumental matemático. É inegável que, como matemáticos e educadores matemáticos, não podemos ser responsabilizados pelo mau uso que se faz desse instrumental. Mas, sim, temos responsabilidade na formação integral dos nossos alunos. É natural, portanto, nos perguntarmos “onde foi que erramos?”, “por que persistimos no erro?”. Somos levados a concluir que fomos capazes de transmitir bons conhecimentos, mas fomos incapazes de transmitir valores e uma ética maior.

Façamos uma reflexão sobre a origem das ideias matemáticas. Como surge a matemática? A matemática, como o conhecimento em geral, é resposta às pulsões de sobrevivência e de transcendência, que sintetizam a questão existencial da espécie humana. A espécie cria teorias e práticas que resolvem a questão existencial. Essas teorias e práticas são a base de elaboração de conhecimento e decisões de comportamento, a partir de representações da realidade. As representações respondem à percepção de espaço e tempo. A virtualidade dessas representações, que se manifesta na elaboração de modelos, distingue a espécie humana das demais espécies animais.

Em todas as espécies vivas, a questão da sobrevivência é resolvida por comportamentos de resposta imediata, aqui e agora, elaborada sobre o real e recorrendo a experiências prévias

² Nota dos editores: Refere-se às “violações frequentes da paz”.

[conhecimento] do indivíduo e da espécie [incorporada no código genético]. O comportamento se baseia em conhecimentos e ao mesmo tempo produz novo conhecimento. Essa simbiose de comportamento e conhecimento é o que denominamos instinto, que resolve a questão da sobrevivência do indivíduo e da espécie.

Na espécie humana, a questão da sobrevivência é acompanhada pela da transcendência: o “aqui e agora” é ampliado para o “onde e quando”. A espécie humana transcende espaço e tempo para além do imediato e do sensível. O presente se prolonga para o passado e o futuro, e o sensível se amplia para o remoto. O ser humano age em função de sua capacidade sensorial, que responde ao material [artefatos], e de sua imaginação, muitas vezes chamada criatividade, que responde ao abstrato [mentefatos].

A realidade material é o acúmulo de fatos e fenômenos reunidos desde o princípio. O que é o princípio, em espaço e tempo? É a questão maior de todos os sistemas religiosos, filosóficos e científicos.

A realidade percebida por cada indivíduo da espécie humana é a realidade natural, acrescida da totalidade de artefatos e de mentefatos [experiências e pensares], acumulados por ele e pela espécie [cultura]. Essa realidade, por meio de mecanismos genéticos, sensoriais e de memória [conhecimento], informa cada indivíduo. Cada indivíduo processa essa informação, que define sua ação, resultando no seu comportamento e na geração de mais conhecimento. O acúmulo de conhecimentos compartilhados pelos indivíduos de um grupo tem como consequência compatibilizar o comportamento desses indivíduos e, acumulados, esses conhecimentos compartilhados e comportamentos compatibilizados constituem a cultura do grupo.

Vivemos no momento o apogeu da ciência moderna, que é um sistema de conhecimento que se originou na bacia do Mediterrâneo, há cerca de 3000 anos, e que se impôs a todo o planeta. Essa rápida evolução é um período pequeno em toda a história da humanidade e não há qualquer indicação que será permanente. O que virá depois? Sem dúvida, como sempre aconteceu com outros sistemas de conhecimento, a própria ciência moderna vai desenvolvendo os instrumentos intelectuais para sua crítica e para a incorporação de elementos de outros sistemas de conhecimento.

Esses instrumentos intelectuais dependem fortemente de uma interpretação histórica dos conhecimentos de egípcios, babilônicos, judeus, gregos e romanos, que estão nas origens do conhecimento moderno.

Nota-se, no decorrer de quase três milênios, transições entre o qualitativo e o quantitativo na análise de fatos e fenômenos. O que poderíamos chamar o raciocínio quantitativo dos babilônicos deu lugar a um raciocínio qualitativo, característico dos gregos, que prevaleceu

durante toda a Idade Média. A modernidade se deu com a incorporação do raciocínio quantitativo, possível graças à aritmética [ticas=arte dos números] feita com algarismos indo-arábicos e, posteriormente, com as extensões de Simon Stevin [decimais] e de John Neper [logaritmos], culminando com os computadores. Nessa evolução foi privilegiado o raciocínio quantitativo, que pode ser considerado a essência da modernidade. Mais recentemente, vemos uma busca intensa de raciocínio qualitativo, particularmente através da inteligência artificial, o que está em sintonia com a intensificação do interesse pelas etnomatemáticas, cujo caráter qualitativo é fortemente predominante.

Um outro aspecto a ser notado na evolução do pensamento ocidental é a subordinação de um pensamento global, como era predominante nas culturas nas margens ao sul do Mediterrâneo, pelo pensamento sequencial, que se tornou uma característica da filosofia grega. Isso vem culminar no pensamento de René Descartes, cujo resultado é a organização disciplinar, que prevaleceu sobre as propostas holísticas de Jan Comenius.

Estamos vivendo agora um momento próximo à efervescência intelectual da Idade Média. Justifica-se, portanto, falar em um novo renascimento. Etnomatemática é um dos indicadores desse novo renascimento.

É importante notar que a aceitação e incorporação de outras maneiras de analisar e explicar fatos e fenômenos, como é o caso das etnomatemáticas, se dá sempre em paralelo com outras manifestações da cultura. Isso é evidente nas duas tentativas de introdução do sistema indo-arábico na Europa, pelo Papa Silvestre II, no século XI e por Leonardo de Pisa, no século XIII. Para o modelo econômico e a tecnologia que prevaleciam no século XI, o novo sistema ensinado por Silvestre II pouco acrescentava. Para o mercantilismo que começava a se desenvolver no século XIII, bem como para os avanços da ciência experimental da Baixa Idade Média, a aritmética apreendida dos árabes era essencial. Esse paralelo entre as ideias matemáticas e o modelo econômico foi reconhecido por Frei Vicente do Salvador ao comentar sobre a aritmética dos indígenas brasileiros. Contavam pelos dedos das mãos e, se necessário, dos pés. E o historiador explica que com isso satisfaziam perfeitamente todas as necessidades de seu cotidiano [de sobrevivência] e de seus sistemas de explicações [de transcendência]. Não conheciam outros sistemas porque não havia razão para tal. Hoje, querem calculadoras porque são essenciais para suas relações comerciais.

Os recentes resultados de testes, provas e provões, mostram que o ensino da matemática vai mal. Os rendimentos estão cada vez piores, não só no Brasil, mas em todo o mundo. Será isso um indicador de menor criatividade dos jovens de hoje ou de irresponsabilidade, como pretendem muitos analistas da juventude? Não vejo assim. Acredito que esses resultados considerados negativos traduzem uma forma inconsciente de manifestar sua descrença num futuro que, ao que tudo indica, dará continuidade ao presente. Essa forma de se manifestar,

que alcançou proporções dramáticas em 1968, hoje se dá de outra forma, um tipo de niilismo, com recurso a drogas, violências e protestos como esse que se manifesta nas provas.

Será impossível entendermos o comportamento da juventude de hoje e, portanto, avaliarmos o estado da educação, sem recorrermos a uma análise do momento cultural que os jovens estão vivendo. Isso nos leva a examinar o que se passa com a disciplina central nos currículos, que é a matemática. Não apenas da própria disciplina, o que leva a reflexões, necessariamente, interculturais sobre história e filosofia da matemática, mas, igualmente necessário, sobre como a matemática se situa hoje na experiência, individual e coletiva, de cada indivíduo.

Do ponto de vista acadêmico, muitas ideias novas foram apresentadas neste congresso e todos aprendemos muito. Não se faz etnomatemática sem a oportunidade de aprender o que outros fazem. Alguém que trabalhou no Xingu, quase toda a sua vida, vem trocar ideias com alguém que mergulhou na cultura tradicional da China. E despertam o interesse daquele que teve uma formação matemática acadêmica, sem outra preocupação que assimilar bem o conteúdo dos programas das várias disciplinas do curso de matemática. O principal na etnomatemática é justamente ter essa visão cultural da humanidade como um todo, que resulta do intercâmbio de ideias entre indivíduos com experiências as mais diversas.

Mais do que em qualquer outra área do conhecimento, esse encontro é fundamental na etnomatemática. Aprendemos muito a partir de outros, a partir do que os outros fazem, do que outros viram e interpretaram. Seria impossível atingir, sozinho, o corpo de conhecimentos que caracteriza um “etno”. Na ciência ocidental, pretende-se um conhecimento universal, descontextualizado. Na etnomatemática, a contextualização é fundamental.

As ideias matemáticas, particularmente comparar, classificar, quantificar, explicar, generalizar e, de algum modo, avaliar, são formas de pensar presentes em toda a espécie humana. A atenção dos cientistas da cognição tem sido crescentemente dirigida a essa característica da espécie. A nova ciência da cognição vem recebendo grande contribuição de neurologistas e o surgimento do pensamento matemático na espécie e em indivíduos têm sido objeto de intensa pesquisa. O cérebro já está bem conhecido. Sabemos muito sobre a massa craniana. Pretendeu-se até privilegiar lóbulos cranianos para ações específicas! Mas onde está a capacidade de preferir uma cor sobre outra, a razão por que um cheiro desperta emoções. Entre mente e cérebro há uma diferença fundamental. Hoje as atenções estão voltadas para estudos da mente, ou estudos da consciência. Essa área de pesquisa é chamada por muitos a última fronteira da ciência. O que é pensar? O que é consciência? Os estudos da mente ou

estudos da consciência, comuns entre neurologistas, inclusive neurocirurgiões, vêm atraindo crescente interesse de matemáticos e físicos teóricos.

Claro, para se conhecer humanos, é importante conhecer aqueles seres vivos que têm alguma similaridade com os humanos. Os primatas, que têm cerca de 98% idênticos aos humanos, têm sido objeto de muita pesquisa. Igualmente importante é criar aparelhos automatizados e modelos que, ao menos parcialmente, executem funções próximas àsquelas desempenhadas pelos humanos. É o campo da robótica e da inteligência artificial.

Nota-se nos primatas a emergência de um pensamento de natureza matemática, privilegiando o quantitativo. E sem dúvida, as calculadoras e os computadores têm se mostrado muito eficientes no tratamento quantitativo.

Mas voltemos à nossa espécie, onde as ideias de comparar, classificar, quantificar, explicar, generalizar e, de algum modo, avaliar, aparecem como características.

A espécie *homo sapiens sapiens* é nova. É identificada há cerca de 40 mil anos. As espécies que a precederam, os australopitecos, surgiram, onde hoje é a Tanzânia, há cerca de 5 milhões de anos e se espalharam por todo planeta. Nessa expansão, as espécies vão se transformando, sob influência de clima, alimentação e vários outros fatores, e vão desenvolvendo técnicas e habilidades que permitem sua sobrevivência nas regiões novas que vão encontrando. Ao se deparar com situações novas, reunimos experiências de situações anteriores, adaptando-as às novas circunstâncias e assim incorporando à memória novos fazeres e saberes. As maneiras e modos de lidar com as situações vão sendo compartilhadas, graças a um elaborado sistema de comunicação, e transmitidas, difundidas. Embora o conhecimento seja gerado individualmente a partir de informações recebidas da realidade, no encontro com o outro se dá o fenômeno da comunicação, talvez a característica que mais distingue a espécie humana das demais espécies. Via comunicação, as informações captadas por um indivíduo são enriquecidas pelas informações captadas pelo outro. O conhecimento gerado pelo indivíduo, que é resultado do processamento da totalidade das informações disponíveis, é, também via comunicação, compartilhado, ao menos parcialmente, com o outro. Isso se estende, obviamente, a outros e ao grupo. Assim, desenvolve-se o conhecimento compartilhado pelo grupo. O comportamento de cada indivíduo, associado ao seu conhecimento, é, conseqüentemente, modificado pela presença do outro, em grande parte pelo conhecimento das conseqüências para o outro. Isso é recíproco e, assim, o comportamento de um indivíduo é compatibilizado com o comportamento do outro. Obviamente, isso se estende a outros e ao grupo.

**Cultura é o conjunto de conhecimentos compartilhados
e comportamentos compatibilizados**

Temos evidência de uma espécie, um tipo de australopiteco, que viveu há cerca de 2,5 milhões de anos e utilizou instrumentos de pedra lascada para descarnar animais. É fácil entender que, ao se alimentar de um animal abatido, a existência de um instrumento, como uma pedra lascada, permite raspar o osso, e assim não só aproveitar todos os pedacinhos, mas também retirar dos ossos nutrientes que não seriam acessíveis ao comer só com os dentes. A espécie passou a ter mais alimento, de maior valor nutritivo. Esse parece ter sido um fator decisivo no aprimoramento do cérebro das espécies que dominaram essa tecnologia.

O que tem isso a ver com etnomatemática?

Na hora em que esse australopiteco escolheu e lascou um pedaço de pedra, com o objetivo de descarnar um osso, a sua mente matemática se revelou. Para selecionar a pedra é necessário avaliar suas dimensões, e lascá-la o necessário e o suficiente para cumprir os objetivos a que ela se destina, exige avaliar e comparar dimensões. Mas avaliar e comparar dimensões é uma das manifestações mais elementares do pensamento matemático. Esse é um primeiro exemplo de como o homem desenvolve os instrumentos materiais e intelectuais para lidar com o seu ambiente. Um primeiro exemplo de etnomatemática é aquela desenvolvida pelos australopitecos do neolítico.

O homem busca explicações para tudo isso e, naturalmente, associa essas explicações ao que vê mas não entende: clima, dia e noite, astros no céu. O que está acontecendo, o que se percebe e se sente a todo instante podem ser indicadores do que vai acontecer. Esse é o mistério. Buscar explicações para o mistério que relaciona causas e efeitos é um importante passo na evolução das espécies *homo*. Sistemas de explicações para as causas primeiras são organizados [mitos de criação]. A morte, tão evidente, talvez não seja um fim, mas o encontro com as causas primeiras. O que acontece após a morte? Ocorre uma pergunta ainda mais prática: o que vai se passar no momento seguinte? Quais as consequências do que estou vendo agora, do que estou fazendo agora? Só o responsável pelas causas primeiras [um divino] poderia conhecer o mistério do que vai se passar. Como perguntar ao divino o que vai acontecer? Através de técnicas de “consulta” ao divino. Essas técnicas são as chamadas artes divinatórias. Como influenciar o divino para que aconteça o desejável, o necessário, o agradável? Através de culto, sacrifício, magia.

As religiões são sistemas de conhecimento que permitem mergulhar no passado, explicando as causas primeiras, desenvolvendo um sentido de história e organizando tradições, e influenciar o futuro. O conhecimento das tradições é compartilhado por um grupo. Continuar a pertencer ao grupo após a morte depende de assumir, em vida, o comportamento que responda ao conhecimento compartilhado. Esse comportamento, compatível e aceito pelo grupo, é subordinado a parâmetros, que chamamos valores.

Uma das coisas mais importantes no nosso relacionamento com o meio ambiente é a obtenção de nutrição e de proteção das intempéries. Conhecendo o meio ambiente, temos condições de fazer com que a capacidade de proteger e nutrir dependa menos de fatores como o tempo. Ao dominar técnicas de agricultura e de pastoreio e de construções, os homens puderam permanecer num mesmo local, nascer e morrer no mesmo local. Perceberam o tempo necessário para a germinação e para a gestação, o tempo que decorre do plantio à colheita. Num certo momento, uma configuração no céu coincide com plantinhas que começam a brotar. É uma mensagem divina. Aprende-se a interpretar essas mensagens, que geralmente são traduzidas em períodos característicos do que chamamos as estações do ano.

A inseminação foi mais difícil de ser percebida, mas o tempo que vai da gestação ao nascimento é mais facilmente reconhecido. A regularidade do ciclo menstrual e o relacionamento de sua interrupção com a gestação são logo reconhecidos. O reconhecimento e registro do ciclo menstrual, associado às fases da Lua, parece ter sido uma das primeiras formas de etnomatemática.

A agricultura teve grande influência na história das ideias dos povos da bacia do Mediterrâneo. As teorias que permitem saber quais os momentos adequados para o plantio surgem subordinadas às tradições. Chamar essas estações e festejar a sua chegada, como um apelo e posterior agradecimento ao responsável pela regularidade, um divino, marcam os primeiros momentos de culto e de religião. A associação de religião com astronomia, com a agricultura e com a fertilidade é óbvia.

A matemática começa a se organizar como um instrumento de análise das condições do céu e das necessidades do cotidiano. Eu poderia continuar descrevendo como, aqui e ali, em todos os rincões do planeta e em todos os tempos, foram se desenvolvendo ideias matemáticas, importantes na criação de sistemas de conhecimento e, conseqüentemente, comportamentos necessários para lidar com o ambiente, para sobreviver, e para explicar o visível e o invisível.

A cultura, que é o conjunto de comportamentos compatibilizados e de conhecimentos compartilhados, inclui valores. Numa mesma cultura, os indivíduos dão as mesmas explicações e utilizam os mesmos instrumentos materiais e intelectuais no seu dia a dia. O conjunto desses instrumentos se manifesta nas maneiras, nos modos, nas habilidades, nas artes, nas técnicas, nas *ticas* de lidar com o ambiente, de entender e explicar fatos e fenômenos, de ensinar e compartilhar tudo isso, que é o *matema* próprio ao grupo, à comunidade, ao *etno*. O conjunto de *ticas* de *matema* num determinado etno é o que chamo etnomatemática.

Claro, em ambientes diferentes, as etnomatemáticas são diferentes. Os esquimós no Círculo Polar Ártico, quando estão procurando se nutrir, não podem pensar em plantar e, portanto, não desenvolveram agricultura. Mas se dedicaram à pesca. Eles têm que saber qual a boa hora de pescar. Devem pescar muito, talvez todo o dia. Mas o dia [claro] dura seis meses e a noite [escura] seis meses. Portanto, sua percepção dos céus e das forças que influenciam seu dia a dia é muito distinta daqueles que têm seu cotidiano na região do Mediterrâneo ou na faixa equatorial. Sua Astronomia e sua Religião são distintas daquelas que surgiram na região do Mediterrâneo ou na faixa equatorial, bem como as maneiras de lidar com seu cotidiano. Sua etnomatemática é diferente.

Uma das coisas principais que aparece no início do pensamento matemático são as maneiras de contar o tempo. Na História da Matemática [e agora falo da matemática acadêmica], que tem sua origem na Grécia, os grandes nomes são ligados à Astronomia. A Geometria, na sua origem e no próprio nome, está relacionada com as medições de terreno. Como nos conta Heródoto, a geometria foi apreendida dos egípcios, onde era mais que uma simples medição de terreno, tendo tudo a ver com o sistema de taxaço de áreas produtivas. Por trás desse desenvolvimento, vemos todo um sistema de produção e uma estrutura econômica, social e política, exigindo medições da terra e, ao mesmo tempo, aritmética para lidar com a economia e com a contagem dos tempos.

Enquanto esse sistema de conhecimento se desenvolvia, há mais de 2.500 anos, nas civilizações em torno do Mediterrâneo, os indígenas aqui da Amazônia estavam também tentando conhecer e lidar com o seu ambiente, desenvolvendo sistemas de produção e sistemas sociais, que igualmente necessitavam medições de espaço e de tempo. Igualmente os esquimós, as civilizações andinas, e aquelas da China, da Índia, da África sub-Sahara, enfim de todo o planeta. Todas estavam desenvolvendo suas maneiras de conhecer.

Conhecer o quê? Sistemas de conhecimento do quê? Sistemas de conhecimento que permitem a sobrevivência, mas que igualmente respondem a questões fundamentais, tais como: de onde eu vim? para onde eu vou? qual é o meu passado e o passado da minha gente? qual é o futuro meu e da minha gente? como ir além do momento atual, mergulhar nos meus questionamentos e objetivos, no passado e no futuro? como transcender o aqui e agora?

Sistema de conhecimento é o conjunto de respostas que um grupo dá às pulsões de sobrevivência e de transcendência, inerentes à espécie humana. São os fazeres e os saberes de uma cultura.

Há cerca de 2500 anos surge uma alternância de poder na região do Mediterrâneo. Egípcios e babilônicos alternam sua hegemonia, subordinando seu conhecimento e comportamento a um amplo politeísmo. São desafiados pela grande inovação, proposta pelos judeus, de um

deus único e abstrato. Os gregos e, logo a seguir, os romanos, igualmente politeístas, expandem o domínio do Mediterrâneo para o leste, conquistando civilizações milenares, como as da Pérsia e da Índia, e para o norte europeu, conquistando os povos bárbaros. Grécia e Roma impõem seus sistemas de conhecimento e sua organização social e política. Com a adoção do monoteísmo cristão, Roma impõe sua ciência, tecnologia, filosofia, política e religião à grande parte da Eurásia acima do Trópico de Câncer.

O Império Romano, impondo suas maneiras de responder às pulsões de sobrevivência e de transcendência, mostrou-se eficiente no encontro com outras culturas, tendo sucesso na conquista e na expansão. O apogeu desse sucesso se dá na transição do século XV para o século XVI. Em cerca de 25 anos, navegadores de Espanha e de Portugal circunavegaram o globo. Foram logo acompanhados por outras nações europeias e, através dos mares, foram para o Norte, Sul, Leste, Oeste, para todos os lados, conquistando povos e levando as explicações e modos de lidar com o ambiente, modos e estilos de produção e de poder. Iniciou-se o processo de globalização do planeta.

Claro que ao falar em conquista estamos admitindo um conquistador e um conquistado. O conquistador não pode deixar o conquistado se manifestar. A estratégia fundamental no processo de conquista, de um indivíduo, grupo ou cultura [dominador] é manter o outro indivíduo, grupo ou cultura [dominado] inferiorizado. Uma forma, muito eficaz, de manter um indivíduo, grupo ou cultura inferiorizado é enfraquecer as raízes que dão força à cultura, removendo os vínculos históricos e a historicidade do dominado. Essa é a estratégia mais eficiente para efetivar a conquista.

A remoção da historicidade implica na remoção da língua, da produção, da religião, da autoridade, do reconhecimento da terra e da natureza e dos sistemas de explicação em geral. Por exemplo, hoje qualquer índio sabe o Pai Nosso e crê em Deus e em Cristo, embora todo esse sistema tenha nada a ver com suas tradições. Ao remover o sistema de produção, o dominado passa a comer e a gostar do que o dominador come. Os sistemas de sobrevivência e de transcendência são substituídos. Os sistemas dos conquistados foram simplesmente eliminados e, em alguns casos, o próprio indivíduo conquistado foi eliminado, numa evidente prática de genocídio.

Durante cerca de 300 anos criou-se a figura do culturalmente excluído. Não só a cultura foi eliminada, mas também indivíduos dessa cultura, como aconteceu com os indígenas na costa Atlântica das Américas e no Caribe, foram exterminados. Em poucos casos, alguns indivíduos sobreviveram. Ou foram cooptados e assimilados à cultura do dominador ou se mantiveram como grupos culturais marginalizados e excluídos. Uma cultura latente, muitas vezes disfarçada ou clandestina, se manteve nessa clandestinidade durante o período da colonização.

Nas escolas ocorre uma situação semelhante. A escola ampliou-se, acolhendo jovens do povo, aos quais se oferece a possibilidade de acesso social. Mas esse acesso se dá em função de resultados, que são uma modalidade de cooptação. Sistemas adequados para a seleção dos que vão merecer acesso são criados e justificados por convenientes teorias de comportamento e de aprendizagem. Um instrumento seletivo de grande importância é a linguagem. O latim foi padrão, depois substituído pela norma culta da linguagem. Mas não só a linguagem. Logo a matemática assumiu o papel de instrumento de seleção. Ainda hoje, quanta criança se inibe ao falar porque sabe que fala errado e, como não é capaz de falar certo, silencia. E quanta criança ainda é punida por fazer contas com os dedos!

Como explicar o que se passa com povos, comunidades e indivíduos no encontro com o diferente? Cada indivíduo carrega consigo raízes culturais, que vêm de sua casa, desde que nasce. Aprende dos pais, dos amigos, da vizinhança, da comunidade. O indivíduo passa alguns anos adquirindo essas raízes. Ao chegar à escola, normalmente existe um processo de aprimorar, transformar e substituir essas raízes. É o que se passa no processo de conversão religiosa. O momento de encontro cultural tem uma dinâmica muito complexa. Esse encontro se dá entre povos, como se passou na conquista e na colonização, entre grupos e, igualmente, no encontro da criança ou do jovem, que tem suas raízes culturais, com a outra cultura, a cultura da escola, com a qual o professor se identifica. O processo civilizatório, e podemos dizer o mesmo do processo escolar, é essencialmente a condução dessa dinâmica. Geralmente tem resultados negativos e perversos, que se manifestam sobretudo no exercício de poder e na eliminação ou exclusão do dominado. Poderia também ter resultados positivos e criativos, que se manifestam na criação do novo.

Tanto a conversão quanto a exclusão depende do indivíduo esquecer e mesmo rejeitar suas raízes. Mas um indivíduo sem raízes é como uma árvore sem raízes ou uma casa sem alicerces. Cai no primeiro vento! Indivíduos sem raízes sólidas estão fragilizados, não resistem a assédios. O indivíduo tem que ter um referencial e esse referencial se situa nas suas raízes, não nas raízes de outros. Se não tiver raízes, ao cair se agarra a outro e entra num processo de dependência, campo fértil para a manifestação perversa de poder de um indivíduo sobre outro. Estamos assistindo a esse processo nos sistemas escolares e na sociedade. É o poder dos que sabem mais, dos que têm mais, dos que podem mais. O poder do dominador se alimenta do quê? Esse poder só pode ter continuidade se tiver alguém que dependa dele, que se agarre a ele. E quem vai se agarrar a ele? Com toda certeza: aqueles que não tem raízes.

Essa foi a eficiente estratégia adotada pelo colonizador. Eliminar a historicidade do conquistado, isto é, eliminar suas raízes. O processo de descolonização, que se manifesta na adoção de uma bandeira, um hino, uma constituição, é incompleto se não reconhecer as raízes culturais do colonizado.

A etnomatemática se encaixa nessa reflexão sobre a descolonização e a verdadeira abertura de possibilidades de acesso para o subordinado, para o marginalizado e para o excluído. A estratégia mais promissora para a educação nas sociedades em transição da subordinação para a autonomia é restaurar a dignidade de seus indivíduos, reconhecendo e respeitando suas raízes. Essa é, no meu pensar, a vertente mais importante da etnomatemática.

Reconhecer e respeitar as raízes de um indivíduo não significa ignorar e rejeitar as raízes do outro, mas num processo de síntese, reforçar suas próprias raízes.

No caso da educação matemática, a proposta da etnomatemática não significa a rejeição da matemática acadêmica, como sugere o título tão infeliz que o jornal *Chronicle of Higher Education* deu para uma excelente matéria que publicou sobre etnomatemática: “Good Bye, Pythagoras”. Não se trata de ignorar nem rejeitar a matemática acadêmica, simbolizada por Pitágoras. Por circunstâncias históricas, gostemos ou não, os povos que, a partir do século XVI, conquistaram e colonizaram todo o planeta, tiveram sucesso graças ao conhecimento e comportamento que se apoiava em Pitágoras e seus companheiros da bacia do Mediterrâneo. Hoje, é esse conhecimento e comportamento, incorporados na modernidade, que conduz nosso dia a dia. Não se trata de ignorar nem rejeitar conhecimento e comportamento modernos. Mas sim aprimorá-los, incorporando a ele valores de humanidade, sintetizados numa ética de respeito, solidariedade e cooperação.

Conhecer e assimilar a cultura do dominador se torna positivo desde que as raízes do dominado sejam fortes. Na educação matemática, a etnomatemática pode fortalecer essas raízes. De um ponto de vista utilitário, que não deixa de ser muito importante como uma das metas da escola, é um grande equívoco pensar que a etnomatemática pode substituir uma *boa matemática acadêmica*, que é essencial para um indivíduo ser atuante no mundo moderno. A etnomatemática terá utilidade muito limitada na sociedade moderna. Mas, igualmente, muito da matemática acadêmica é absolutamente inútil na sociedade moderna. Quando digo *boa matemática acadêmica*, estou excluindo o que é desinteressante, obsoleto e inútil, que, infelizmente, domina os programas vigentes.

É óbvio que uma boa matemática acadêmica será conseguida se deixarmos de lado muito do que está nos programas sem outra justificativa que um conservadorismo danoso e uma justificativa de caráter propedêutico: “é necessário aprender isso para adquirir base para poder aprender *aquilo*”. O fato é que o “aquilo” deve cair fora e, com maior razão, o “isso”.

Por exemplo, é inadmissível pensar hoje em aritmética e álgebra sem a plena utilização de calculadoras. O raciocínio quantitativo, que dominou a educação matemática e a própria matemática a partir da Baixa Idade Média, está hoje integrado nas calculadoras e computadores. O raciocínio qualitativo é a grande contribuição para ramos da matemática

que se desenvolveram na segunda metade do século XX, tais como estatística, probabilidades, programação, modelagem, fuzzies e fractais.

O raciocínio qualitativo, também chamado analítico, esboçado a partir do século XVII, deve ser incorporado aos programas, naturalmente com ampla utilização de computadores. Esse tipo de raciocínio é essencial para se chegar a uma nova organização da sociedade e é o que permite exercer crítica e análise do mundo em que vivemos.

A etnomatemática privilegia o raciocínio qualitativo. Um enfoque etnomatemático sempre está ligado a uma questão maior, de natureza ambiental ou de produção, e a etnomatemática raramente se apresenta desvinculada de outras manifestações culturais, tais como arte e religião. A etnomatemática se enquadra perfeitamente numa concepção multicultural e holística de educação.

O multiculturalismo está se tornando a característica mais marcante da educação atual. Com a grande mobilidade de pessoas e famílias, as relações interculturais serão muito intensas. O encontro intercultural gera conflitos que só poderão ser resolvidos a partir de uma ética que resulta do indivíduo conhecer-se e conhecer a sua cultura e respeitar a cultura do outro. O respeito virá do conhecimento. De outra maneira, o comportamento revelará arrogância, superioridade e prepotência, o que resulta, inevitavelmente, em confronto e violência.

Nossa missão de educadores tem como prioridade absoluta obter PAZ nas gerações seguintes. Não podemos nos esquecer que as gerações futuras viverão num ambiente multicultural, suas relações serão interculturais e seu dia a dia será impregnado de tecnologia. Talvez convivam humanos com indivíduos clonados e transgênicos e mesmo com andróides. Um cenário de ficção, como se vê nos filmes “Caçador de Andróides” e “Matrix”, pode se tornar realidade. Não sabemos como lidar com isso.

As gerações futuras é que vão organizar o mundo do futuro. Não sabemos o que fazer num futuro tão diferente. A maneira como as gerações passadas lidaram com o futuro, ancorada em todo o conhecimento oferecido pela modernidade, deu o nosso presente. Um presente angustiante, de iniquidades, injustiças, arrogância, exclusão, destruição ambiental, conflitos inter e intraculturais, guerras. Não é isso que quero legar para meus bisnetos e tataranetos e gerações futuras. Como podemos dizer a eles como devem construir seu mundo de paz e de felicidade?

O futuro será construído por eles. O que podemos oferecer a eles para construir um futuro sem os males do presente? Como educadores, podemos oferecer às crianças de hoje, que constituem a geração que em vinte ou trinta anos estará em posição de decisão, uma visão crítica do presente e os instrumentos intelectuais e materiais que dispomos para essa crítica. Estamos vivendo uma profunda transição, com maior intensidade que em qualquer outro

período da história, na comunicação, nos modelos econômicos e sistemas de produção, e nos sistemas de governança e tomada de decisões.

A educação nessa transição não pode focalizar a mera transmissão de conteúdos obsoletos, na sua maioria desinteressantes e inúteis no momento atual, e inconsequentes na construção de uma nova sociedade. O mais que podemos fazer para as nossas crianças é oferecer a elas os instrumentos comunicativos, analíticos e materiais para que elas possam viver, com capacidade de crítica, numa sociedade multicultural e impregnada de tecnologia.

Vejo aí a nossa grande missão como educadores. E como educadores matemáticos, temos que estar em sintonia com a grande missão de educador. Está pelo menos equivocado o educador matemático que não percebe que há muito mais na sua missão de educador do que ensinar a fazer continhas ou a resolver equações e problemas absolutamente artificiais, mesmo que, muitas vezes, com a aparência de estar se referindo a fatos reais.

A proposta pedagógica da etnomatemática é fazer da matemática algo vivo, lidando com situações reais no tempo [agora] e no espaço [aqui]. E por meio da crítica, questionar o aqui e agora. Ao fazer isso, mergulhamos nas raízes culturais e praticamos dinâmica cultural.

Por tudo isso, eu vejo a etnomatemática como um caminho para uma educação renovada, capaz de preparar gerações futuras para construir uma civilização mais feliz.

Muito obrigado.



Conteúdo nos cursos de formação de professores de matemática

A matemática nas escolas

O ensino da matemática nos sistemas escolares geralmente se justifica por dois grandes objetivos:

- Preparar o indivíduo para a cidadania;
- Servir de base para uma carreira em ciência e tecnologia.

Eu acrescento mais um:

- Estimular a criatividade.

Todos esses objetivos, igualmente necessários, estão obviamente vinculados. Todos devem contemplar o conhecimento matemático atual e devem ser examinados nas suas dimensões cultural, social, política e econômica. Tem havido muitos estudos sobre essas dimensões, sobretudo no âmbito da Etnomatemática.

As ações para se responder a esses objetivos contestam, muitas vezes, o ensino tradicional. O rendimento é cada vez mais baixo. E provoca uma grande reação por parte de matemáticos, pais, administradores e mesmo professores e alunos, que procuram um bode expiatório para os resultados desastrosos. Diz-se, invariavelmente, que os culpados são os professores e os alunos.

Curiosamente, parece haver uma rejeição a uma análise da natureza do que se está ensinando. É provável, e assim creio, que o desacerto esteja não com o professor ou com o aluno, mas sim com o conteúdo que se pretende ensinar. A matemática que vem dominando os programas é, em grande parte, desinteressante, obsoleta e inútil para as gerações atuais.

Formação de professores

Uma boa formação de professores - e o mesmo se dá com profissionais de todas as áreas -, deve ter como resultado indivíduos que sejam *alertas para os avanços científicos e tecnológicos*. Isso é essencial para que as escolas de formação sobrevivam.

Particularmente importante é o caso da matemática. Há grande necessidade de uma matemática atual. Se os Educadores Matemáticos não assumirem seu ensino, este será feito por outros e a matemática perderá seu caráter de disciplina autônoma no currículo do futuro.

Isso é verdade na vida profissional. Aceitar que haja uma matemática essencial para o sistema de produção, mas inacessível para aqueles que produzem, é um dos principais fatores de desigualdade social. A mistificação da matemática e, portanto, dos sistemas de produção, foi algo reconhecido já no início do século. O Cálculo merece uma referência especial. O Cálculo tornou-se algo equivalente ao *pons asinorum* da Grécia Clássica para as carreiras científicas e tecnológicas.

Deve-se observar que uma preocupação com cursos de cálculo “rigorosos” dominou o ensino universitário de matemática no final do século XIX - quando surgiram os grandes cursos de cálculo. O livro de Camille Jordan tornou-se quase um padrão. Quando foi necessário um curso de cálculo mais rápido, mais voltado para a prática, como é o curso de Granville, esse foi considerado inadequado para as universidades. Mas pouco a pouco, o conceitual foi sendo abandonado e os cursos e livros de cálculo serviam apenas como elenco de exercícios. Ainda nos encontramos nessa fase.

Um livro notável, publicado em 1910, procurou desmistificar o cálculo. Seu autor, Silvanus P. Thompson, um prestigioso engenheiro inglês, diz no epílogo do livro:

“Pode-se ter certeza que quando este tratado *Calculus Made Easy* [Cálculo Tornado Fácil] cair nas mãos de matemáticos profissionais, eles (se não forem muito preguiçosos) se levantarão como um só homem, e dirão que o livro é péssimo. [...] aqueles que se dizem matemáticos dirão uma outra coisa sobre esse livro inteiramente ruim e pernicioso: a razão pela qual ele é tão fácil é porque o autor deixou de lado todas as coisas que realmente são difíceis. E o fato chocante sobre essa acusação é que – é verdade! Essa é de fato a razão porque esse livro foi escrito – escrito para uma legião de inocentes que já foram desencorajados de adquirir os elementos do cálculo pela maneira estúpida como seu ensino é quase sempre apresentado. Qualquer assunto pode se tornar repulsivo se for apresentado destacando as suas dificuldades”.¹

O princípio que Silvanus P. Thompson defende é que ninguém ensina gramática para uma criança que não fala fluentemente. E não se impede uma pessoa que não sabe fazer um relógio de usá-lo. Essa é a pedagogia da desmistificação, que muitos chamam de ingênua. A estratégia é familiarizar o aprendiz com as ideias, ilustradas por exemplos simples. Em pouco mais de 200 páginas, o livro explica os principais conceitos do cálculo.

Familiarizar o aprendiz, reforçar sua autoestima, criar confiança nas suas habilidades, podem ser excelentes instrumentos pedagógicos. Essa é a proposta de Carl Rogers, infelizmente pouco conhecida. Na mesma direção, vai a proposta da Inteligência Emocional, de Daniel

¹ **Thompson**, Silvanus P. *Calculus made easy*, 3ed. New York: St. Martin's Press, 1946; p.236-237. Uma nova edição, revista e comentada, está disponível: **Thompson**, Silvanus P; **Gardner**, Martin. *Calculus Made Easy*. Washington DC: Mathematical Association of América, 1998.

Goleman. Muitos matemáticos dizem “com matemática, é diferente”. Essa não é a posição de Hassler Whitney que, como muitos outros, procurou trabalhar sobre o emocional da criança, estimulando a autoconfiança e a criatividade na Educação Matemática.²

Com a disponibilidade de calculadoras, agora até calculadoras gráficas, o ensino de Cálculo deve mudar radicalmente de orientação. No entanto, algumas escolas ainda insistem em fazer calcular “rigorosamente” funções, limites, continuidade, etc. Não é de estranhar o desencanto cada vez maior dos alunos com a matemática. O mesmo se pode dizer sobre a Física, a Química e praticamente todas as disciplinas tradicionais.

Os alunos estão aprendendo mal os programas tradicionais. Mas talvez isso seja o menos importante. Dão um jeito de passar e logo em seguida esquecem o desinteressante, obsoleto e inútil. O mais grave é que não estão aprendendo coisas realmente importantes nos cursos de matemática. Insistir no desinteressante, obsoleto e inútil esgota tempo e energia do aluno e gera desencanto e desilusão com o aprender.

Na formação de professores, as novas direções de desenvolvimento da matemática são praticamente ignoradas. Mikhail Gromov, do *Institut des Hautes Études Scientifiques* da França, diz:

“nós matemáticos muitas vezes temos pouca ideia sobre o que está se passando em ciência e engenharia, enquanto os cientistas experimentais e engenheiros muitas vezes não se apercebem das oportunidades oferecidas pelo progresso da matemática pura. Este perigoso desequilíbrio deve ser restaurado trazendo mais ciências para a educação dos matemáticos e expondo os futuros cientistas e engenheiros a matemática central. Isto requer novos currículos e um grande esforço de parte dos matemáticos para trazer as técnicas e ideias matemáticas fundamentais (principalmente aquelas desenvolvidas nas últimas décadas) a uma audiência maior. Necessitamos para isso a criação de uma nova geração de matemáticos profissionais capazes de trafegar entre matemática pura e ciência aplicada. A fertilização cruzada de ideias é crucial para a saúde tanto das ciências quanto da matemática”.³

Se isso é apontado na formação de cientistas profissionais, com mais razão é urgente nos cursos de licenciatura.

Destaco a frase “principalmente aquelas desenvolvidas nas últimas décadas”. Isso inclui Calculadoras e Computadores, Matemática Discreta, Matrizes, Probabilidades e Estatística,

² Ver Hassler **Whitney**. *Elementary mathematics activities: part A, Trial materials*. Princeton: Institute for Advanced Studies, 1974.

³ Mikhael **Gromov**. “Possible Trends in Mathematics in the Coming Decades”, *Notices of the AMS*, vol.45, n.7, August 1998; pp.846-847.

Programação Linear e Dinâmica, Pesquisa Operacional, Modelos, Matemática Experimental, Matemática Industrial, Fractais, Fuzzy e Caos. Muitos reclamam de falta de material didático em português. Há uma literatura crescente sobre esses temas.⁴

Destaquei a citação no parêntesis, pois esse é o ponto crucial. Quase todos os nossos currículos, em todos os graus de ensino, ignoram os avanços das últimas décadas. Com o argumento falso que é necessário uma base clássica para se entender o que é novo, tem se insistido numa pedagogia que eu chamo propedêutica, na qual se está, permanentemente, preparando para estudos seguintes.

Seria importante desenvolver uma pedagogia em direção contrária, parecida com o que os pós-modernistas chamam desconstrução na análise literária, onde se deixa a mente brincar com pressuposições e intertextualidade. O termo “brincar” é muito usado para se referir à maneira mais praticada de adquirir domínio do computador.

Isso é possível em matemática. Um exemplo instigante é o curso de Física lecionado por Richard P. Feynman, um dos mais destacados físicos do século. O seu curso básico, para calouros da universidade, dispensa pré-requisitos matemáticos. Feynman observa, no prefácio, sobre sua experiência em ensinar cursos tradicionais:

“Os alunos ouviram muito sobre quão interessante e desafiadora é a Física – a teoria da relatividade, a mecânica quântica e outras ideias modernas. No fim de dois anos [no curso tradicional], os estudantes ficavam desencorajados pois havia poucas ideias novas, modernas, apresentadas para eles. Eram obrigados a estudar planos inclinados, eletrostática, assim por diante, depois de dois anos estavam absolutamente emburrados”.

Claro, o curso era difícil e os resultados não foram os melhores. O próprio Feynman analisa as possíveis razões para as dificuldades e quais as consequências. Sua conclusão é inteiramente favorável a esse enfoque inovador.

A razão pela qual menciono essa experiência é para destacar que toda a matemática necessária é desenvolvida no próprio curso, sempre fazendo referência ao porquê tal e qual teoria surgiu. Uma matemática muito avançada vai sendo desenvolvida à medida que se faz necessária.

Mesmo tratando temas da chamada matemática pura, o enfoque deconstrucionista oferece inúmeras possibilidades. Por exemplo, trabalhar o teorema de Fermat. Esse é um bom exemplo, sob vários aspectos. Nenhum resultado matemático se tornou tão popularizado

⁴ Só como exemplo, menciono dois livros: 1) Maria Cecília Costa e Silva **Carvalho**, Aristóteles A. **Silva**, Deise C.M.S. **Boccia**, Joaquim F.P. **Ribeiro**, Sérgio A. **Boggio**. *Fractais, uma breve introdução*. Colégio Bandeirantes, s/d.; 2) Cláudio **Loesch** e Nelson **Hein**: *Pesquisa operacional, fundamentos e modelos*. Blumenau: Editora da FURB, 1999.

quanto o teorema de Fermat nesses últimos anos. Saiu em primeira página nos principais jornais. Talvez seja um dos problemas numéricos mais fáceis de serem formulados. E que pode manter crianças fazendo matemática como que brincando por algum tempo. Sobretudo tendo uma calculadora.

Com uma calculadora abrem-se inúmeras possibilidades de se fazer matemática criativa com temas clássicos. Não consigo entender por que razão a calculadora ainda não se incorporou integralmente às aulas de matemática.

O mesmo pode ser feito por meio de um novo enfoque à resolução de problemas. A modelagem é o melhor exemplo desse enfoque.

Representações da realidade e modelagem

O ciclo de aquisição de conhecimentos é deflagrado a partir da realidade, que é plena de fatos que informam o indivíduo. Este processa a informação e define motivações e estratégias para a ação - e essa ação vai modificar a realidade -, estabelecendo assim um ciclo:

...realidade $\leadsto$ indivíduo $\leadsto$ ação $\leadsto$ realidade...

A ação resulta de estratégias motivadas pela necessidade e/ou desejo que cada indivíduo tem de explicar, conhecer, entender, lidar, manejar, conviver com a realidade e, obviamente, resulta do processamento da informação que o indivíduo dela recebeu.⁵

Como se dá esse processamento ainda é inexplicado e constitui um dos problemas mais fascinantes da ciência atual, que são os estudos da mente.

Os mecanismos de captação de informação são mais bem conhecidos. Mas a informação é múltipla na sua natureza, variada no seu grau de precisão e acuidade, e extremamente complexa. O que normalmente se faz é selecionar algumas dessas informações e definir estratégias para ação a partir dessa seleção. Obviamente, estaremos considerando informações parciais, selecionadas a partir do que é efetivamente real.

Por exemplo, uma árvore é objeto de minha atenção. A árvore me fornece muitas informações: cor, cheiro, altura, quantidade de folhas, de galhos, grossura, dimensão global, forma e tantas outras. Mas eu posso decidir ignorar essa multiplicidade de informações e selecionar apenas dimensão global, forma e cor e só me ocupar de informações sobre esses fatos. Não estarei mais lidando com a árvore como um todo, mas com uma representação parcial, limitada, dessa árvore, ou como também se costuma chamar, com um modelo da

⁵ Isso é discutido no meu livro *Da realidade à ação: reflexões sobre educação (e) matemática*. São Paulo: Summus Editorial, 1998.

árvore. A construção de modelos e a elaboração sobre eles é o que se chama **modelagem**. A mente opera sobre representações do real.

Modelos matemáticos

Particularmente importantes são os modelos matemáticos, que utilizam informações descritas em termos matemáticos, usando representações numéricas e geométricas.

Observa-se a ponte entre modelagem e resolução de problemas. Os problemas, como são geralmente tratados, constituem proposições sobre as representações e não sobre o fato real. Naturalmente, as representações são resultado de uma ação de quem primeiro recebeu informação da realidade, portanto subjetivas. E recebeu, na etapa de representação, os fatores de limitação que inserem o problema no contexto da disciplina.

Na aula de matemática, ao se falar em resolução de problemas, o que não se traduz em parâmetros matemáticos não é sequer considerado. Ao propor o problema em sala de aula, o professor estará incorporando a "sua" representação do fato real usando linguagem matemática e, portanto, estará trabalhando "numa abstração" para o aluno. É muito importante que essa abstração, usando terminologia matemática, não desligue o aluno da realidade. Isso nos levou a conceituar, num estudo sobre resolução de problemas, "situações ou problemas realmente reais [*really real situations or problems*]" como sendo aqueles que se referem à realidade do aluno.⁶

Por exemplo, um problema sobre "ir à feira comprar maçãs" para uma criança que jamais ferrou os dentes numa maçã, mas só come bananas, não pode ser bem conduzido. Provavelmente a criança se sairá melhor se o problema for formulado em termos de bananas.

Sugestão para o professor em sala de aula: formule um projeto de pesquisa para verificar essa minha asserção.

Na verdade, a denominação modelo deveria estar reservada ao artefato que se obtém no final, isto é, a representação operacional. Por exemplo, ao se fazer um aviãozinho de varetas, a planta sobre a qual se trabalha não é o aeromodelo. Ele só o será quando estiver em operação como se fora um avião. Aeromodelagem é o processo de se fazer e analisar uma representação, e de se construir e fazer funcionar o modelo. A modelagem, como eu a entendo, deveria contemplar o processo completo, sobretudo nos cursos mais elementares. Conduz a artefatos operacionais (tecnologia), a artefatos contemplativos (arte) e a mentefatos (teorias).

⁶ Ver meu trabalho: *New Fundamentals of Mathematics for Schools, The Monitoring of School Mathematics: background papers*, ed. Thomas A Romberg & Dorothy M. Stewart, 3 vols., Wisconsin Center for Educational Research, Madison, 1987; v.1, pp.135-148.

Por exemplo, uma igreja é um modelo de templo - cultos que tem origem em ambientes místicos naturais - enquanto a igreja como prédio, elemento arquitetônico, é um modelo de natureza artística e matemática. Todos esses aspectos, o místico, o artístico e o matemático, estão interligados na construção de uma igreja e dão origem a modelos teóricos. Por exemplo, a Geometria Euclidiana é um modelo teórico.

Uma vez construído o modelo, passamos a tratá-lo como um sistema em si. Naturalmente, são sistemas muito mais simples que os fatos originais que provocaram a representação sobre a qual construímos o modelo. Estaremos lidando com as várias partes, com os componentes desse sistema e, igualmente, com as relações entre esses componentes. A ação se exerce sobre esse sistema, sobre o modelo. Essa ação poderá ser de natureza a mais diversa. Posso analisar esse sistema, modelo da árvore, com um instrumental matemático, ou físico, ou mesmo interdisciplinar. Naturalmente a ação resultante terá limitações e mesmo poderá ir se afastando da realidade.

No exemplo da árvore, temos que a própria árvore, como um todo, é um sistema muito mais complexo que o modelo adotado para analisar a árvore. Naturalmente, se quisermos informações sobre a árvore obtidas por meio do modelo, a cada instante será necessário verificar se não nos perdemos com o modelo, que pelas limitações impostas pode cair num contexto abstrato, distinto da realidade.

Algumas vezes o objetivo é mesmo perder-se em fantasia e ficção, afastar-se da realidade, o que é muito válido e que é o mais comum nas artes. Mas outras vezes é muito importante nos mantermos próximos à vida, ao real, e faz-se necessário verificar, com frequência, se o modelo está se comportando de acordo com a realidade. Esse é o caso dos chamados modelos matemáticos, já mencionados acima. Esses são caracterizados pela natureza dos parâmetros que se escolhem, que devem ser **parâmetros quantificáveis e sujeitos a um tratamento matemático**.

A modelagem está mais desenvolvida como modelagem matemática e deveria ser amplamente introduzida nos currículos. Há vários livros, em português, tratando da modelagem no ensino.⁷

Um exemplo de como isso pode ser feito nos cursos - dos mais elementares aos mais avançados - é a utilização de plantas e mapas.⁸ Mapear o trajeto da casa para a escola, o bairro, a cidade, dão excelentes oportunidades de trabalhar com quantificações de espaços.

⁷ Recomendo especialmente Maria Salett **Biembengut** e Nelson **Hein**: *Modelagem matemática no ensino*. São Paulo: Contexto, 2000.

⁸ Discuto esse tema no meu livro *Educação Matemática: da teoria à prática*. Campinas: Editora Papirus, 1996.

Não vejo outro exemplo tão simples para trabalhar espaço e tempo, medidas e operações aritméticas. Sobretudo tendo uma calculadora. Além disso, cria oportunidade de discutir questões de natureza cultural, social, política e econômica.

A modelagem, além de contribuir para as ciências exatas, físicas e naturais e para a tecnologia, também abriu novos horizontes para o estudo das ciências da cognição. Hoje as ciências da cognição, que consideram o ser humano um processador de informação de um tipo muito especial, devem ser a versão moderna do que eram as chamadas teorias da aprendizagem muito a gosto das nossas licenciaturas. Essas ciências da cognição incluem elementos de psicologia, ciência da computação, particularmente inteligência artificial, linguística, filosofia, fisiologia e muito mais.⁹ A inteligência artificial vem se desenvolvendo rapidamente na busca do reconhecimento de parâmetros tais como emoções pelos computadores¹⁰. Com isso, as possibilidades de modelagem aumentam muitíssimo, inclusive para o comportamento psico-emocional.

Quando as nossas licenciaturas vão acordar para isso?

Conclusão

O maior desafio é fazer uma matemática integrada ao pensamento e ao mundo modernos. A formação de professores deve focalizar essa prioridade e não ser um elenco de conteúdos na sua maioria desinteressantes, obsoletos e inúteis. De outra maneira, ela poderá encontrar seu fim nos currículos escolares.

Uma estratégia para um novo enfoque aos cursos de formação de professores foi sugerida acima.

⁹ Veja o excelente artigo de F. R. **Hickman** "Formulation in Mathematical Modelling by Artificial Intelligence": *Mathematical Modelling Methodology, Models and Micros*. Sussex: J.S. Berry et al., Ellis Horwood Limited, 1986; pp.261-286.

¹⁰ Ver Hal's Legacy. 2001's Computer as Dream and Reality, ed. David G. Storck, The MIT Press, Cambridge, 1997.



Etnomatemática: um programa

Educação Matemática em Revista,
Ano 1, Número 1, 1993
Etnomatemática

O Programa Etnomatemática

Gosto de me referir à Etnomatemática como um programa. Efetivamente, não é uma disciplina nova, pois nasce de um inconformismo com a fragmentação do conhecimento em Artes, Religião, Filosofia, Ciências. E cada um desses setores em várias áreas. Por exemplo, Ciências em Exatas, Sociais, Humanas e não sei o que mais. E cada uma dessas em disciplinas. Por exemplo, Ciências em Matemática, Física e outras. E cada uma dessas disciplinas em especialidades. Por exemplo, Matemática em Aritmética, Álgebra, Análise, Geometria e tantas outras. E cada especialidade em subespecialidades. E assim por diante. Os jornais de referência, Mathematical Reviews e Zentralblatt fuer Mathematik und ihre Grenzgebiete, tem cerca de 40 áreas, cada uma com cerca de 80 subáreas. A propósito, Etnomatemática é 01 A 07. A classificação se faz por uma dezena representando a área (01 é História) uma letra representando a subárea e outra dezena representando sub-subárea. Há possibilidade de muita especialização! O próprio Descartes ficaria surpreso ao saber que sua proposta de método, ao dizer:

"dividir cada uma das dificuldades que eu examinasse em tantas parcelas quantas possíveis e quantas necessárias fossem para melhor resolvê-las"¹,

foi levada tão longe. E o primeiro crítico dessa fragmentação, de Fontenelle, teria desanimado. Veria que sua predição:

"Até agora a Academia não considera a natureza mais que por parcelas... Talvez chegará o momento em que se unirão em um corpo regular todos esses membros dispersos; e se são como se os deseja, se acoplarão em certa forma por si mesmos. Diversas verdades

¹ René Descartes "Discurso do Método" em Descartes, volume 1, Coleção "Os Pensadores", Nova Cultural, São Paulo, 1987, p.38.

separadas, quando em número elevado, oferecerão tão vivamente ao espírito suas relações e sua dependência que parecerão que foram separadas de forma violenta uma das outras²".

Está cada vez mais difícil de se realizar.

O que eu chamo de Programa Etnomatemática é um programa de pesquisa no sentido lakatosiano que vem crescendo em repercussão e vem se mostrando uma alternativa válida para um programa de ação pedagógica. Etnomatemática propõe um enfoque epistemológico alternativo associado a uma historiografia mais ampla. Parte da realidade e chega, de maneira natural e através de um enfoque cognitivo com forte fundamentação cultural, à ação pedagógica. O programa encontra suas raízes nos vários enfoques mais abrangentes sobre a história das ciências, como aquele iniciado por Boris Hessen e aprimorado por J. D. Bernal, a uma insatisfação epistemológica que traçamos a Sextus Empiricus e que chega modernamente a Paul Feyerabend e Philip Kitcher, a um enfoque à cognição e cultura que tem em L. Vygotsky, em C. J. Lumsden e E. O. Wilson, e em H. Maturana e F. Varela seus mais representativos proponentes.

OS JORNAIS DE REFERÊNCIA, MATHEMATICAL REVIEWS E ZENTRALBLATT FUER MATHEMATIK UND IHRE GRENZGEBIETE, TEM CERCA DE 40 ÁREAS, CADA UMA COM CERCA DE 80 SUBÁREAS. A PROPÓSITO, ETNOMATEMÁTICA É 01A07.

Minha Trajetória em direção à Etnomatemática

A crítica às instituições, que se inicia no pós-guerra, cresce nos anos 60 e tem seu apogeu nos movimentos estudantis de 1968, vem focalizar o sistema escolar e destaca, como mostra Paulo Freire, que a escola deve ter, primordialmente, uma função libertadora. A Educação Matemática não escapa a essa função. Porém é vista, com razão, como um dos elementos mais conservadores dos sistemas escolares. No terceiro Congresso Internacional de Educação Matemática, ICME-3, realizado em Karlsruhe, na Alemanha, em 1976, destaquei aspectos socioculturais e políticos como fundamentais para se responder a questão que era, e continua sendo, essencial: "Por que Ensinar Matemática?"³.

Foram assim lançadas as bases do Programa Etnomatemática. Esse programa repousa sobre uma melhor compreensão da história do conhecimento científico e do processo de desenvolvimento dos países periféricos, que passaram pelo processo de conquista, colonização e agora subordinação neo-colonialista. Esse processo de desenvolvimento enfatiza ciência e tecnologia, e ao procurar entender, comparativamente, nos países da

² B. De Fontenelle Histoire de l'Académie des Sciences, Paris, 1699, p. XIX.

³ Ubiratan D'Ambrosio "Metas y Objetivos Generales de la Educación Matemática" em Nuevas Tendencias en la Enseñanza Matemática Volume IV, UNESCO, Paris, 1979; Ch. IIX, pp. 205-226.

chamada periferia e nos países centrais, industrializados, os objetivos da educação matemática, fui levado à proposta crítica que é em essência o Programa Etnomatemática.

O ICME-3 se deu há quinze anos e na época contrariou as principais correntes de Educação Matemática. Minha postura na época resultava de um questionamento às prioridades científicas eurocêntricas da história do conhecimento científico. Eu havia começado a me preocupar com essas questões desde a década dos anos 60, quando comecei a trabalhar com programas de Matemática para a minoria negra nos Estados Unidos, na State University of New York at Buffalo, e quando, em 1970, fui convidado a orientar o setor de Análise Matemática e Matemática Aplicada no Programa conhecido como "Centre Pédagogique Supérieur de Bamako", patrocinado pela UNESCO na república do Mali. Tratava-se de um programa altamente inovador de doutoramento em serviço, idealizado pelo poeta e educador congolês Gérard-Félix Tchicaya (ou Tchicaya U-Tamsi, como é conhecido na literatura).

A CRÍTICA ÀS INSTITUIÇÕES, QUE SE INICIA NO PÓS-GUERRA, CRESCE NOS ANOS 60 E TEM SEU APOGEU NOS MOVIMENTOS ESTUDANTIS DE 1968, VEM FOCALIZAR O SISTEMA ESCOLAR E DESTACA QUE A ESCOLA DEVE TER UMA FUNÇÃO LIBERTADORA.

A complexidade de se colocar as minorias de um país altamente industrializado, como é o caso dos Estados Unidos, num nível educacional compatível com a média do país mostrou-me a importância da dimensão sociocultural e, sobretudo, política na educação matemática. Enquanto já se havia reconhecido essa dimensão nos programas de alfabetização, sobretudo graças aos trabalhos pioneiros de Paulo Freire, no currículo, como Michael Apple mostrou de forma clara e definitiva, na linguagem, graças sobretudo aos trabalhos de Cecil Bernstein e nas várias disciplinas das chamadas humanidades, as ciências e, sobretudo, a Matemática pareciam pertencer a um universo educacional distinto.

O pensamento dominante fala da precisão absoluta da Matemática, sem qualquer relacionamento mais íntimo com o contexto sociocultural e muito menos político e, portanto, intocável por fatores outros que a própria dinâmica interna da Matemática. Isso era ainda mais forte há vinte anos. De fato, todas as propostas de inovação curricular se faziam internamente. As demais ciências almejavam essas mesmas características de rigor e precisão. Quando muito, poderia haver algumas concessões do estilo "curiosidades", mais como folclore, e a descrição de como tribos "primitivas" contavam e mediam, de como o povo inculto fazia suas contas e medições, sobretudo graças às pesquisas de antropólogos, sociólogos e psicólogos, entravam como acessório aos currículos, com a finalidade de "distrair a classe".

A COMPLEXIDADE DE SE COLOCAR AS MINORIAS DE UM PAÍS ALTAMENTE INDUSTRIALIZADO, COMO É O CASO DOS ESTADOS UNIDOS, NUM NÍVEL EDUCACIONAL COMPATÍVEL COM A

MÉDIA DO PAÍS MOSTROU-ME A IMPORTÂNCIA DA DIMENSÃO SOCIOCULTURAL E, SOBRETUDO, POLÍTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.

Ao se falar em pesquisa científica, em particular Matemática, era questão fechada ao posicionamento de um divórcio total do contexto sociocultural e político. Igualmente, a complexidade de se levar ciência e criar um ambiente de pesquisa num país como a República do Mali representou um notável desafio e questões como "por que ciência" e, sobretudo, "que ciência", passaram a ser fundamentais na organização dos programas de ensino e pesquisa do "Centre Pédagogique Supérieur de Bamako".

De que maneira criar um ambiente científico e, em especial, matemático, com produção de pesquisa, capaz de atrair jovens brilhantes para a carreira científica e que vá ao encontro dos anseios do povo e dos projetos nacionais para desenvolvimento. Dessa maneira tive, em paralelo às questões educacionais, meus primeiros envolvimento com esse campo novo da sociologia que é hoje conhecido como "Ciência, Tecnologia e Sociedade"⁴.

As inúmeras conversas com Tchicaya e com intelectuais malienses, em particular com dois saudosos mártires da violência política, meus ex-alunos Bakary Traoré e Niamanto Diarra, e o conhecimento da realidade global do país levaram-me a conceituar etnociência e etnomatemática como uma alternativa epistemológica mais adequada às diversas realidades socioculturais do que a Ciência e a Matemática dominantes, de inspiração e estruturação inteiramente européia.

Outras propostas próximas e convergentes com Etnomatemática

O termo Etnomatemática pareceu-me mais abrangente que outros que eu havia considerado: Matemática Antropológica, ou Etnografia Matemática, ou Matemática Cultural ou outras tantas propostas que desde o início do século, com a grande expansão das pesquisas antropológicas, vinham destacando aspectos matemáticos nas culturas dos povos então colonizados.

Também sociólogos e psicólogos encontraram nesse questionamento uma importante fonte de pesquisa. Particularmente, as contribuições de Michael Cole, Sylvia Scribner, David F. Lancy, Geoffrey Saxe, Jean Lave, Terezinha Carraher, David Carraher, Analucia Schliemann foram, nas décadas de 70 e 80, importantes contribuições para evidenciar o relativismo

⁴ Ver minhas reações a essas reflexões em Ubiratan D'Ambrósio: L'adaptation de la structure de l'enseignement aux besoins des pays en voie de développement, IMPACT: Science et Société, vol. XXV, nº 1, 1975, pp. 100-101.

cultural na Matemática e alertar sobre os seus reflexos no ensino⁵. Esses estudos essencialmente reproduziam, em ambientes culturais distintos, as pesquisas que caracterizaram a educação matemática na década dos anos vinte nos Estados Unidos. Talvez atraídos pela importância do formalismo, esses estudos dirigiram-se principalmente, embora muitas vezes sem explicitar esse aspecto, para povos e grupos sem linguagem escrita e para populações urbanas marginais e adotaram um enfoque fundamentalmente eurocêntrico, colocando a matemática originada das culturas mediterrâneas e sobretudo os algoritmos como o padrão que orienta a compreensão do modo de pensar matemático nas culturas estudadas.

Embora com uma postura bastante aberta com relação às culturas analisadas, esses estudos fazem transparecer que a Matemática, como transmitida pelo colonizador europeu, é o protótipo de pensar racional. Ser racional é atingir esse pensar matemático, próprio do grande construtor do universo! O equívoco dessa atitude, ainda prevalente, é magistralmente expresso pelo líder Sioux Russel Means, num documento do American Indian Movement: Newton revolucionou a Física e as chamadas ciências naturais ao reduzir o universo físico a uma equação matemática linear. Descartes fez o mesmo com a cultura. John Locke o fez com a política e Adam Smith com a economia. Cada um desses 'pensadores' tomou um pedaço da espiritualidade da existência humana e a converteu num código, numa abstração.

Como se originou o termo Etnomatemática

Na nossa proposta de se examinar "Por que Educação Matemática?" estava implícita a proposta de se perguntar "Por que Matemática?", do ponto de vista histórico, e, portanto, social e político, do ponto de vista cognitivo e, naturalmente, do ponto de vista pedagógico. Uma "aproximação" etimológica mostrou-nos que, efetivamente, a palavra Etnomatemática seria o nome mais adequado para esse programa abrangente sobre geração, organização, institucionalização e difusão de conhecimento.

NEWTON REVOLUCIONOU A FÍSICA E AS CHAMADAS CIÊNCIAS NATURAIS AO REDUZIR O UNIVERSO FÍSICO A UMA EQUAÇÃO MATEMÁTICA LINEAR. DESCARTES FEZ O MESMO COM A CULTURA. JOHN LOCKE O FEZ COM A POLÍTICA E ADAM SMITH COM A ECONOMIA. CADA UM DESSES 'PENSADORES' TOMOU UM PEDAÇO DA EXISTÊNCIA HUMANA E A CONVERTEU NUM CÓDIGO, NUMA ABSTRAÇÃO.

Nesse sentido, o Programa Etnomatemática conduz, como a figura 1 indica, a uma revisão crítica de teorias correntes de cognição, epistemologia, história e política.

⁵ Para referências a essas pesquisas ver Ubiratan D'Ambrosio: Socio-cultural bases for Mathematica education, UNICAMP, Campinas, 1985, particularmente pp. 87-93.

Fig. 1

REALIDADE	NATURAL,	SÓCIO-CULTURAL,	EMOCIONAL	= AMBIENTE
		$\wedge$		
EXPLICAR		COMPREENDER		MANEJAR
		$\wedge$		
Gera CONHECIMENTO $\vee$	<	Indivíduo Povo (Sociedade) Cultura	>	FILTROS
Comunicação Códigos, Símbolos $\vee$		Para SERVIR $\vee$		$\wedge$ SISTEMAS
Formalização em DISCIPLINAS	>	PODER "Establishment"	>	$\wedge$ INSTITUIÇÕES Difusão

A aproximação etimológica a que nos referimos nos permite dizer que etnomatemática é a ARTE ou TÉCNICA (techné = tica) de explicar, de entender, de se desempenhar na REALIDADE (matema), dentro de um CONTEXTO CULTURAL próprio (etno).

A dupla necessidade da espécie homo sapiens de ter que lidar com situações que a realidade propõe para poder sobreviver e, ao mesmo tempo, procurar transcender a sua própria existência através de explicações e de criação (ou criatividade como comumente se diz), está presente em todas as civilizações e sistemas culturais através dos tempos. Isso determina o aparecimento de ticas de matema, no sentido do parágrafo anterior, em todas as culturas. Algumas dessas "ticas de matema" utilizam números de uma certa forma, outros em outras formas, criam figuras e geram representações, elaboram sobre representações e criam símbolos e abstrações, analisam simetrias e relações, estruturam seus modos de pensar, inventam lógicas, generalizam e geram modelos, e, ao trabalharem esses modelos, criam processos de modelagem, sempre, obviamente, a partir da realidade e mediante processos cognitivos extremamente complexos. Mas sempre convergindo para dois focos: a sobrevivência e a transcendência, ou seja, o imediato e o remoto, ou o fazer e o saber, o prático e o teórico, o concreto e o abstrato, a ação e a reflexão e assim se desenvolvem várias ticas de matema, no dizer de René Thom as mathématique de la maîtrise e as mathématique de l'intelligibilité, partindo respectivamente do local para o global e do global para o local⁶.

EM OUTRAS PALAVRAS, COGNIÇÃO SERIA A RELAÇÃO DIALÉTICA ENTRE ARTEFATOS E MENTE FATOS OU, NUMA LINGUAGEM MENOS PRECISA PORÉM MAIS FAMILIAR, ENTRE CÓDIGOS E SÍMBOLOS.

Naturalmente a aparente dicotomia dos focos de convergência pode ser manipulada politicamente, como efetivamente o é, enquanto está claro que a relação dialética entre esses focos é justamente o que determina o processo criativo e é a essência daquilo que

⁶ René Thom Apologie du logos, Hachette, Paris 1990; p.325.

chamamos cognição. Em outras palavras, cognição seria a relação dialética entre artefatos e mentefatos ou, numa linguagem menos precisa, porém mais familiar, entre códigos e símbolos⁷. A Etnomatemática é então um programa de pesquisa visando entender o processo cognitivo nesse sentido e daí propor práticas educacionais.

Etnomatemática como ação pedagógica

Para se levar então o Programa Etnomatemática às suas amplas possibilidades de pesquisa e de ação pedagógica, um passo essencial é liberar-se do padrão eurocêntrico e procurar entender, dentro do próprio contexto cultural do indivíduo, seus processos de pensamento e seus modos de explicar, de entender e de se desempenhar na sua realidade.

Desde suas primeiras manifestações na busca de entender, explicar, manejar a realidade natural, que na nossa conceituação o ponto de partida para etnomatemática, isto é, na construção de suas primeiras “ticas de matema”, o homem se comporta de maneira a adquirir conhecimento. Na descoberta do outro, surge a necessidade de comunicação, que não é outra coisa senão a ação comum no seu afã de entender, explicar, manejar a realidade, isto é, na aquisição de conhecimento junto com o outro, seja o outro fisicamente próximo ou o outro fisicamente distanciado. Surge a necessidade de comunicar-se com o outro distante e isto se dá pela representação, que nada mais é que fazer-se (re) presente na ação.

A ciência, como conhecimento acumulado, depende de codificações e símbolos associados a essas representações orais e visuais, dando assim origem àquilo que chamamos linguagem e representação gráfica. Essa comunicação codificada e simbólica com o outro próximo ou o outro distante estende-se facilmente à busca de comunicação com algum outro comum a todos, gerando assim uma forma de comunicação que é o ritual.

Assim, chega-se a uma ação comum no entender, explicar, manejar a realidade, que se acumula, ao longo da história, em sistemas de representações. Na história ocidental, esses sistemas classificam-se hoje basicamente como ciências, artes e religiões.

Nos tempos modernos, é interessante notar a classificação que os Enciclopedistas do século XVII davam ao "Sistema de Conhecimentos Humanos:

- História, que se reporta à Memória,
- Filosofia, que emana da Razão, e

⁷ Isto é discutido com mais detalhes em Ubiratan D'Ambrósio; *Several Dimensions of Science Education: A Latin American Perspective*, REDUC/CIDE, Santiago, 1991.

- Poesia, que emana da Imaginação.⁸

Naturalmente, o contexto e os mitos abstraídos da realidade natural, aquilo que chamamos cultura, são essenciais no desenvolvimento diferenciado desses diversos sistemas de códigos, símbolos e rituais.

As representações incorporam-se à realidade como artefatos da mesma maneira que os mitos e símbolos, sem necessidade de recurso à codificação, também se incorporam à realidade porém como mentefatos⁹. Assim, a realidade é permanentemente transformada pela incorporação de fatos (ambos artefatos e mentefatos) e eventos, os primeiros pela ação direta, consciente ou subconsciente, individual ou coletiva, do homem, e os segundos por conjunções que constituem o que convencionou-se chamar história. Procuramos explicar, entender e às vezes mesmo manipular, via ideologias, as origens desses fatos e eventos, através daquilo que chamamos filosofia.

AS REFLEXÕES, QUE SÃO AÇÕES SOBRE A REALIDADE E QUE CONDUZEM AO SABER, SÃO FEITAS SOBRE UMA REALIDADE QUE É CONTINUADAMENTE ACRESCIDA DE FATOS E EVENTOS E EXIGEM IGUAL ATENÇÃO ÀS COISAS NATURAIS E AOS ARTEFATOS DE MENTEFACTOS.

Na verdade, a Etnomatemática procura a reincorporação da História da Matemática e da Filosofia da Matemática à História e à Filosofia "tout court". Não há como fragmentar a história, como tampouco a filosofia. E muito menos a Matemática, que tem sua razão de ser na busca de explicações e compreensões de maneiras e modos de lidar com a realidade, que é necessariamente uma totalidade.

Representações e modelos

As reflexões, que são ações sobre a realidade e que conduzem ao saber, são feitas sobre uma realidade que é continuamente acrescida de fatos e eventos, e exigem igual atenção às coisas naturais e aos artefatos e mentefatos.

Refletir sobre a representação passa a ser uma alternativa usual de ação, reduzindo o grau de complexidade da realidade através do isolamento de alguns parâmetros. Essencialmente partindo do global da realidade para o local sobre o qual concentraremos nossa reflexão. Isso

⁸ Veja a Enciclopédia ou Dicionário Raciocinado das Ciências, das Artes e dos Ofícios, por uma Sociedade de Letrados, Discurso Preliminar e Outros Textos, Diderot e D'Alembert, edição bilingue, tradutora Fúlvia Maria Luiza Moretto, Editora UNESP, 1989.

⁹ Acreditávamos ser mentefato um neologismo nosso. Mas efetivamente "mentifact" foi usado por Charles J. Lumsden e Edward O. Wilson Genes, *Mind and Culture*, Harvard University Press, Cambridge, 1981. No entanto, com um sentido distinto do nosso: *Mentifacts Mental constructs having no direct correspondence to real objects, people, or events*. p. 376.

nos permite chegar às representações, sobre as quais procuramos construir as estratégias de ação naturalmente procurando assim, a partir do local, reatingir o global.

Esse processo de passagem do global-local-global, a partir das representações é normalmente chamado modelagem. O esforço de explicar, de entender, de manejar uma porção da realidade, um sistema, normalmente se faz isolando esse sistema e escolhendo alguns parâmetros nos quais concentraremos nossa análise.

Com isso, o sistema, com toda a complexidade que ele oferece, fica aproximado por um sistema artificial, no qual se destacam somente alguns parâmetros (algumas qualidades) e se ignora suas interações com o todo. Dessa maneira, considera-se um modelo e passa-se a analisar e refletir sobre o modelo. Este é o processo de modelagem, na sua essência, uma forma de abstração. São exemplos históricos de modelagem em Matemática a Geometria Euclidiana, a Mecânica Newtoniana, a Ótica Geométrica e praticamente todas as teorizações matemáticas. Assim, a modelagem pode ser apontada como a metodologia por excelência da Matemática ocidental, proveniente do pensamento grego.

NÃO É POSSÍVEL EXPLICAR, CONHECER, ENTENDER, MANEJAR, LIDAR COM A REALIDADE FORA DO CONTEXTO HOLÍSTICO.

A modelagem, visando aplicações, que é o mais comum, faz sempre apelo a realidade na qual está inserido o sistema que deu origem ao modelo com o qual trabalhamos, sempre procurando verificar a adequação dos parâmetros selecionados e as implicações dessa seleção no inter-relacionamento desse sistema com a realidade como um todo, isto é, procurando recuperar o sentido holístico que permeia o matema. Não é possível explicar, conhecer, entender, manejar, lidar com a realidade fora do contexto holístico. Tem-se não mais que visões parciais e incompletas da realidade.

A modelagem é eficiente a partir do momento que nos conscientizamos que estamos sempre trabalhando com aproximações da situação real, que, na verdade, estamos elaborando sobre representações. Assim, a modelagem pode ser uma metodologia de ensino muito útil e se enquadra no Programa Etnomatemático, que inclui a crítica, também de natureza histórica, sobre representações, que deve sempre estar subjacente ao processo de modelagem.

Há inúmeros exemplos de como se levar à prática essas teorizações. Naturalmente, essas teorizações se fazem sobre as práticas. A relação íntima entre teoria e prática é o que chamamos pesquisa. Pesquisa é o elo que estabelece a relação dialética e a dependência mútua de teoria e de prática. Tem havido inúmeros esforços para teorizações da Etnomatemática e das suas possibilidades pedagógicas.

Na prática, desde o uso de material concreto e a formulação de hipóteses e, a partir daí, até o uso de jogos e a modelagem no sentido mais tradicional são exemplos disso. Mas outros,

que estão efetivamente utilizando a etnomatemática nas suas práticas pedagógicas, apresentarão, muito mais adequadamente, esses exemplos.



A interface entre História e Matemática: uma visão histórico-pedagógica

O objetivo do trabalho é tecer algumas considerações sobre História e Historiografia, com especial atenção à Matemática, e sobre a natureza da Matemática, relacionando essas reflexões com a Educação Matemática. Essencialmente, o trabalho gira em torno de uma questão ampla: o que é, para quem é, e para que serve a História da Matemática? Essas questões nos levam a tecer considerações de natureza histórica no ensino da matemática. Há algumas sugestões para o professor e as referências são, na sua maioria, facilmente acessíveis.

O que é História e o que é Matemática?

Por que é importante a História da Matemática para o professor de Matemática?

Ninguém contestará que o professor de matemática deve ter conhecimento de sua disciplina. Mas a transmissão desse conhecimento através do ensino depende de sua compreensão de como esse conhecimento se originou, de quais as principais motivações para o seu desenvolvimento e quais as razões de sua presença nos currículos escolares. Destacar esses fatos é um dos principais objetivos da História da Matemática.

Vou começar com uma tentativa de resposta às duas questões acima. Elas conduzem a inúmeras reflexões, mas embora não possam ser respondidas com uma simples definição, vamos ver o que se diz de História e de Matemática.

O importante Novo Aurélio -- que deveria ser um livro de cabeceira de todo professor -- dá 17 acepções para o verbete **história**. As 2. 9. e 10. se prestam melhor a este trabalho. Sintetizo dizendo que história é a narrativa de fatos, datas e nomes associados à geração, à organização intelectual e social e à difusão do conhecimento -- no nosso caso conhecimento matemático -- através das várias culturas ao longo da evolução da humanidade.

O próprio Aurélio nos dá 3 acepções para **matemática**. A mais interessante diz

"1. Ciência que investiga relações entre entidades definidas abstrata e logicamente."

Curioso que pouco abaixo o Aurélio define **matematismo** como

"Doutrina segundo a qual tudo acontece conforme às leis matemáticas."

Eu não conhecia essa palavra. Sem comentários!

Nas conceituações acima, os estudos de História dependem fundamentalmente do reconhecimento de fatos, de datas e de nomes e de interpretação ligados ao objeto de nosso interesse, isto é, do corpo de conhecimentos em questão. Esse reconhecimento depende de uma definição do objeto de nosso interesse. No nosso caso específico, a História da Matemática depende do que se entende por Matemática.

Uma vez identificados os objetos do estudo, a relação de fatos, datas e nomes depende de registros, que podem ser de natureza muito diversa: memórias, práticas, monumentos e artefatos, escritos e documentos. Essas são as chamadas **fontes históricas**.

A interpretação das chamadas fontes históricas depende muito de uma ideologia e de uma metodologia de análise dessas fontes. O conjunto dessas metodologias, não só na análise, mas também na identificação, das fontes é o que se chama historiografia. Obviamente, a historiografia reflete uma ideologia e depende de uma filosofia de suporte, no caso da filosofia da matemática.¹

Para quem e para que serve a história?

O historiador Bernard Lewis escreveu um livro muito interessante com o título *História. Relembrada, Recuperada, Inventada*.² O título em si sugere uma resposta à primeira pergunta. A história tem servido a grupos sociais, desde família, tribos, comunidades até nações e civilizações, das mais diversas maneiras, mas, sobretudo, como afirmação de identidade. Não vou me deter nisso, mas bastaria atentar para o tratamento dado às rebeliões de escravos no período colonial. Há poucos anos lembrávamos os 300 anos da destruição do Quilombo dos Palmares e ainda estamos "comemorando" 100 anos da destruição do Arraial de Canudos. Ambos são episódios que mostram a vitalidade de povos procurando um outro modelo de sociedade e que foram destruídos pela ordem dominante. O silêncio sobre esses episódios nos currículos escolares e as distorções nas comemorações evidenciam as manipulações desses fatos nos estudos e pesquisas da história colonial do Brasil.

Em particular, a História da Matemática tem sido muito afetada por isso. É interessante notar o que o historiador soviético Konstantín Ribnikov diz no capítulo introdutório de seu livro: "No estrangeiro [está focalizado na então União Soviética] se dedica grande atenção à história das matemáticas. A ela está dedicado um conjunto de livros e artigos. Nem tudo neles é, porém, fidedigno. Às vezes, os autores de obras sobre história da ciência subordinam

¹ Ver o interessante estudo de Angel **Ruiz**: Las Posibilidades de la Historia en la Educación Matemática. Una Visión Filosófica *Boletín Informativo del Comité Interamericano de Educación Matemática*, año 5, nº 2, Noviembre 1997; pp. 1-7.

² Bernard **Lewis**: *History. Remembered, Recovered, Invented*, Princeton University Press, Princeton, 1975.

seu trabalho a fins distantes da objetividade e do caráter científico." E depois de vários parágrafos de crítica à orientação idealista e reacionária desses livros e artigos, Ribnikov conclui "A luta entre as forças progressistas e reacionárias na ciência matemática, que é uma das formas da luta de classes, se revela de forma mais intensa nas questões históricas e filosóficas das matemáticas... Ela [a história da ciência] deve estar bem organizada como parte da educação ideológica do estudantado e dos trabalhadores científicos."³

A última frase da citação reforça minha afirmação de não haver como escapar do caráter ideológico da História da Matemática, assim como de reconhecer que a ação educativa é uma ação política.

E sobre a Matemática?

A Matemática tem, como qualquer outra forma de conhecimento, a sua dimensão política e não se pode negar que seu progresso tem tudo a ver com o contexto social, econômico, político e ideológico. Isso é, muitas vezes, ignorado e mesmo negado. É muito interessante ilustrar essa tendência com referência a Isaac Newton, sem dúvida a figura maior na modernização da matemática a partir do século XVIII.

J.F. Montucla, autor da primeira grande história da matemática, se refere a Newton como alienado. Órfão desde criança, Newton foi mandado para a escola em Grantham. Quando tinha 14 anos, a mãe o chamou para cuidar dos assuntos da família, mas ele se mostra "tão distante deste tipo de ocupação e tão dedicado ao estudo que ele foi reenviado a Grantham, de onde ele passou ao *Trinity College em Cambridge*"⁴. Essencialmente, a mesma história é repetida em 1893 por W.W. Rouse Ball, ao dizer que Newton "tinha um mínimo interesse pela sociedade ou por qualquer empreendimento que não fosse ciência e matemática."⁵ Interessante que mesmo Florian Cajori, o principal tradutor dos *Principia*, não faz qualquer referência ao momento político e econômico da época de Newton no seu excelente livro de História da Matemática.⁶

No Segundo Congresso Internacional de História da Ciência e da Tecnologia, realizado em Londres em 1931, compareceu uma delegação soviética de oito membros. Dentre esses, estava o diretor do Instituto de Física de Moscou, Boris Hessen, que apresentou um trabalho

³ Konstantín **Ribnikov**: *História de las Matemáticas*, Editorial Mir, Moscou, 1987; p.19.

⁴ J.F. **Montucla**: *Histoire des Mathématiques, Tome Second*, Chez Henri Agasse libraire, Paris, An VII; p.360.

⁵ W.W. **Rouse Ball**: *A Short Account of the History of Mathematics*, Dover Publications, Inc, New York, 1960 (reimpressão da ed. De 1908); p.320.

⁶ Florian **Cajori**: *A History of Mathematics*, Chelsea Publishing Company, New York, 1985 (1ª ed. 1893).

sobre "As Raízes Sócio-Econômicas da Mecânica de Newton".⁷ Esse trabalho é considerado um marco na historiografia da ciência. Já na introdução, Hessen abre novas perspectivas para a pesquisa em História da Ciência: "O que colocou Newton como uma figura de redirecionamento do desenvolvimento e permitiu a ele indicar novas direções para seu avanço? Onde estão as fontes da sua criatividade? Que fatores determinaram o conteúdo e a direção de seus trabalhos? ... A aparição de Newton se considera, [de acordo com a historiografia corrente], como um dom da divina providência, e o poderoso impulso que suas obras deram ao desenvolvimento da ciência e da técnica se interpreta como uma consequência de seus geniais dotes pessoais. ... Neste trabalho opomos a essas opiniões um ponto de vista radicalmente diferente quanto a Newton e sua obra. Nossa tarefa consistirá em utilizar o método do materialismo dialético e a concepção de processo histórico criada por Marx para analisar a gênese e o desenvolvimento da obra de Newton, em relação com a época na qual ele viveu e trabalhou."⁸ A simples referência a Marx fez com que essa historiografia, por muitos chamada de externalista, fosse rejeitada em muitos círculos acadêmicos. A História da Matemática foi particularmente afetada por isso.⁹

Os reflexos dessa reação na Educação Matemática são evidentes e dificultam a contextualização. Com isso, muitos orientam o ensino destacando o fazer matemático como um ato de gênio, reservado a poucos que, como Newton, são vistos como privilegiados pelo toque divino. O resultado disso é uma educação de reprodução, formando indivíduos subordinados, passivos e acríticos.

A alternativa que proponho é orientar o currículo matemático para a criatividade, para a curiosidade e para crítica e questionamento permanentes, contribuindo para a formação de um cidadão na sua plenitude e não para ser um instrumento do interesse, da vontade e das necessidades das classes dominantes. A invenção matemática é acessível a todo indivíduo e a importância dessa invenção depende do contexto social, político, econômico e ideológico.

É ilusório pensar, como proclamam os teóricos conteudistas, se é que ainda os há, que Matemática é o instrumento de acesso social e econômico. Dificilmente, um pobre sai de sua condição porque foi bom aluno de Matemática. Os fatores de iniquidade e injustiça social são tantos que se sair bem em Matemática pouco tem a ver com a luta social de cada indivíduo. Não negamos que Matemática tem a sua importância, mas **desde que devidamente contextualizada**. E pode ser instrumental para o acesso social. Por outro lado, ela também

⁷ Boris **Hessen**: *Las Raíces Socioeconómicas de la Mecánica de Newton*, (trad. prólogo y notas de P.M. Pruna), Editorial Academia, La Habana, 1985.

⁸ *op.cit.* p.13-14.

⁹ Ao notar o insucesso do modelo soviético não podemos jogar fora tudo que de bom se fez e se pensou desde Karl Marx até Mikhail Gorbatchov, e o muito que se continua fazendo e pensando, de bom e de ruim, nessa importante linha filosófica.

pode ser apassivante e levar indivíduos a perderem sua capacidade de crítica, algumas vezes, tornando-os alienados. Por exemplo, o método Kumon e mesmo o modelo tradicional da escola brasileira, que consiste em ensinar uma quantidade de práticas e regras que depois são cobradas em exames e testes, tem esse resultado perverso.

Mas um mito em torno da Matemática e de seu ensino faz com que isso seja deixado de lado nas críticas aos modelos educacionais. É interessante notar -- e o porquê desse fato merece estudos -- que a abertura educacional tão fundamental proposta por Paulo Freire e, posteriormente, por Michael Apple, Henry Giroux e outros, até recentemente, não encontrou eco na Educação Matemática. Marilyn Frankenstein foi uma das primeiras educadoras matemáticas a destacar a importância das ideias de Paulo Freire para a Educação Matemática.¹⁰ E ao convidar Paulo Freire para dar uma conferência plenária no 8º Congresso Internacional de Educação Matemática/ICME 8, com título "Aspectos sócio-filosóficos da Educação Matemática", os educadores matemáticos revelaram uma mudança radical de atitude. Bom sinal.¹¹

Na década de setenta, iniciou-se, a partir do estudo do conhecimento matemático de populações indígenas, uma área de pesquisa denominada Etnomatemática.¹² O Programa Etnomatemática, cujo objetivo maior é analisar as raízes socioculturais do conhecimento matemático, revela uma grande preocupação com a dimensão política ao estudar história, filosofia e suas implicações pedagógicas. As pesquisas consistem essencialmente numa investigação holística da geração [cognição], organização intelectual [epistemologia] e social [história] e difusão [educação] do conhecimento matemático, particularmente em culturas consideradas marginais.¹³

De certo modo, esse programa vem ao encontro das propostas de Hans Freudenthal para um programa de História da Matemática voltado à educação. Ele propõe essencialmente cinco questões norteadoras:

1. Por que isso não foi descoberto antes?

¹⁰ Ver Marilyn **Frankenstein** "Educação matemática crítica: uma aplicação da epistemologia de Paulo Freire" publicado em *Educação Matemática*, Maria Aparecida V. **Bicudo** (org.), Editora Moraes, São Paulo, s/d; pp.101-137.

¹¹ Uma transcrição integral da conferência de Paulo **Freire** foi publicada como "A conversation with Paulo Freire", *For the Learning of Mathematics*, vol. 17, n.3, November 1997, pp.7-10.

¹² Em 1985 foi criado o *International Study Group on Ethnomathematics/ISGEm*, que publica regularmente um *NEWSLETTER*, em inglês e em espanhol. Pode ser obtido com o Editor, Professor Patrick **Scott**, Box 3001 MSC 3CUR, Las Cruces, N M 88003, USA. O Primeiro Congresso Internacional de Etnomatemática (ICEm 1) realizou-se em Granada, Espanha, de 2 a 5 de setembro de 1998.

¹³ Para um resumo dessas ideias veja meu artigo "Reflexões sobre História, Filosofia e Matemática" no *BOLEMA. Boletim de Educação Matemática*, Especial, nº2, 1992; pp.42-60.

2. A partir de que problemas esse tema se desenvolveu?
3. Quais eram as forças que o impulsionavam?
4. Por que foi essa descoberta tão importante?
5. Por que foi ela praticamente não notada pelos seus contemporâneos (não matemáticos) e continua assim até hoje?

É claro que, ao responder a essas perguntas, estaremos entendendo a essência dos tópicos que estão no currículo. Estaremos examinando as razões da geração desse conhecimento, o que, na sociedade, motivou seu aparecimento e sua inclusão nos sistemas escolares.

É muito importante destacar que Hans Freudenthal foi um dos mais importantes do século. Tem resultados fundamentais sobre Topologia. Num certo momento de sua vida, já passados seus sessenta anos, dedicou-se intensamente à Educação Matemática, tendo criado o Instituto de Pesquisas em Didática da Matemática na Universidade de Utrecht, na Holanda, hoje chamado "Instituto Freudenthal".

Na opinião de Freudenthal, o programa formulado nas cinco questões acima, reconhece que "a história da matemática deveria ser conhecimento integrado, mais guiado pela história que pela matemática, analisando mais os processos que os produtos". Um fato isolado, descontextualizado, geralmente dá uma impressão falsa.

Freudenthal também alerta para o perigo de se fazer uma história anedotária, quando diz que "notas históricas em livros escolares muitas vezes são pequenas histórias, isoladas, muitas vezes enganadoras e mais entretenimentos que verdades"¹⁴. Porém é possível fazer uma história da matemática interessante e atrativa, evitando todas essas distorções. Claro, contextualizar não quer dizer fazer um texto menos rigoroso, impreciso e "aliviado" de uma matemática correta.¹⁵

Estamos passando na Etnomatemática por uma situação semelhante à apontada por Freudenthal. Muitas vezes, a matemática de outras culturas é apresentada como curiosidade, jogo, folclore, e completamente descontextualizada de sua inserção cultural.

¹⁴ Ver Hans **Freudenthal**: "Should a mathematics teacher know something about the history of mathematics?" *For the Learning of Mathematics*, vol. 2, n°1, July 1981.

¹⁵ Um livro recente, muito acessível e que não incorre nesse erro é de Gilberto G. **Garbi**: *O Romance das Equações Algébricas. Genialidade, Trama, Glória e Tragédia no fascinante mundo da Álgebra*, Makron Books, São Paulo, 1997.

Naturalmente, isso tem tudo a ver com o momento social e político.¹⁶ Particularmente importante sob este aspecto é a posição de Gelsa Knijnik ao estudar a educação matemática no contexto do Movimento dos Sem-Terra.¹⁷

Essencialmente, Gelsa Knijnik trabalhou num programa destinado a ajudar os assentados a construir seu sistema escolar. Os professores dos assentamentos em geral não têm formação específica e devem passar por um programa de capacitação. Naturalmente, o professor que vai fazer essa capacitação deve ter sensibilidade para avaliar o nível de conhecimento desses professores e criar um programa adequado, que aproveite o que esses professores já conhecem e reconheça suas experiências. Gelsa descreve sua estratégia para essa ação.

Para quem e para que serve a História da Matemática?

Para quem? Para alunos, professores, pais e público em geral. Para quê? Algumas das finalidades principais parecem-me:

1. para situar a Matemática como uma manifestação cultural de todos os povos em todos os tempos, como a linguagem, os costumes, os valores, as crenças e os hábitos, e, como tal, diversificada nas suas origens e na sua evolução;
2. para mostrar que a Matemática que se estuda nas escolas é uma das muitas formas de Matemática desenvolvidas pela humanidade;
3. para destacar que essa Matemática teve sua origem nas culturas da antigüidade mediterrânea e se desenvolveu ao longo da Idade Média e, somente a partir do século XVII, se organizou como um corpo de conhecimentos, com um estilo próprio;
4. para saber que, desde então, a Matemática foi incorporada aos sistemas escolares das nações colonizadas, se tornou indispensável em todo o mundo em consequência do desenvolvimento científico, tecnológico e econômico, e avaliar as consequências socioculturais dessa incorporação.

Os pontos 1. 2. 3. e 4. constituem a essência de um programa de estudos, poderíamos mesmo dizer de um currículo, de História da Matemática.

Vou dar alguma indicação de como proponho abordar esses temas.

¹⁶ Um grupo internacional muito ativo e intimamente relacionado com Etnomatemática é o *Political Dimensions of Mathematical Education*, que já realizou três conferências internacionais (Londres 1989, Cidade do Cabo 1992 e Bergren 1995). A dimensão política da Educação Matemática está inserida nas discussões amplas sobre Ciência e Sociedade, em particular sobre Matemática e Sociedade. De 7 a 11 de setembro de 1998 realizou-se a Primeira Conferência sobre Educação Matemática e Sociedade (MEAS 1) em Nottingham, Inglaterra.

¹⁷ Ver Gelsa **Knijnik**: *Exclusão e Resistência - Educação Matemática e Legitimidade Cultural*, Editora Artes Médicas Sul Ltda, Porto Alegre, 1995.

Matemática como uma manifestação cultural

Esse é essencialmente o grande motivador da Etnomatemática e há inúmeros estudos sobre manifestações matemáticas nas culturas mais diversas.¹⁸

Que quer dizer manifestações matemáticas? É muito mais que apenas manipular notações e operações aritméticas, ou lidar com a álgebra e calcular áreas e volumes, mas principalmente lidar em geral com relações e comparações quantitativas e com as formas espaciais do mundo real, e fazer classificações e inferências. Assim, encontramos matemática nos trabalhos artesanais, nas manifestações artísticas e nas práticas comerciais e industriais. Recuperar e incorporar isso à nossa ação pedagógica é um dos principais objetivos do Programa Etnomatemática.¹⁹

Como fazer isso? As técnicas etnográficas devem ser conhecidas e praticadas pelos professores de matemática. Procurar aprender dos alunos a sua matemática -- entendida principalmente como maneiras de lidar com relações e comparações quantitativas e com as formas espaciais do mundo real e de fazer classificações e inferências. Infelizmente, os professores passam demasiado tempo tentando ensinar o que sabem, que é muitas vezes desinteressante e obsoleto, para não dizer chato e inútil, e pouco tempo ouvindo e aprendendo dos alunos.

A matemática da escola é apenas uma das muitas matemáticas que se encontram pelas diversas culturas

É importante mostrar a aritmética não apenas como a manipulação de números e de operações e a geometria não feita apenas de figuras e de formas perfeitas, sem cores. Pode-se dar como exemplo as decorações dos índios brasileiros, as diversas formas de se construir papagaios, comparar as dimensões das bandeiras de vários países, e conhecer e comparar medidas como as que se dão nas feiras: litro de arroz, bacia de legumes, maço de cebolinha.²⁰ Tudo isso representa medidas usuais, praticadas e comuns no dia a dia do povo,

¹⁸ Ver minha entrevista "Tantos Povos, Tantas Matemáticas" que concedi à revista *EDUCAÇÃO* (Editora Segmento), ano 23, n° 199, Novembro de 1997; pp. 3-5.

¹⁹ Uma discussão sobre esse tema encontra-se no meu artigo "Ação pedagógica e Etnomatemática como marcos conceituais para o ensino da Matemática" em *Educação Matemática*, Maria Aparecida V. **Bicudo** (org.), Editora Moraes, São Paulo, s/d; pp. 73-100.

²⁰ Ver Eduardo Sebastiani **Ferreira**: *ETNOMATEMÁTICA. Uma Proposta Metodológica* Série Reflexão em Educação Matemática vol.3, Mestrado em Educação Matemática/Universidade Santa Úrsula, Rio de Janeiro, 1997. A importante dissertação de Pedro Paulo **Scandiuzzi**: *A dinâmica da contagem de Lahatua Otomo e suas implicações educacionais: uma pesquisa em etnomatemática*, Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1997, é um exemplo do tipo de trabalho que é necessário se desenvolver nessa área. Também o pequeno livro de Mariana K. Leal **Ferreira**: *Com Quantos Paus se Faz uma Canoa! A matemática na vida cotidiana e na experiência escolar indígena*,

e que respondem a uma estrutura matemática rigorosa, entendido um rigor adequado para aquelas práticas.

Isto requer que o professor se apoie em uma literatura, considerada de curiosidades ou paradidáticas, contendo exemplos de matemáticas de outras culturas.²¹

A incorporação disto tudo na história é um reflexo da conceituação de Etnomatemática. Representa uma linha historiográfica por muitos denominada "história que vem de baixo" ou "história feita pelo povo". Se esta postura teórica vem sendo adotada na História Geral, por que deve a matemática ser excluída?

Todos hão de concordar que Matemática também é praticada e feita pelo povo. Mas o que se vê é que o povo está, em geral, amedrontado com a Matemática, julgando-a algo reservada aos deuses ou aos gênios, que são homens próximos a deuses.²² Será que a Matemática é inacessível ao homem comum e deve, portanto, estar reservada a uns poucos?

Sugestão ao leitor: medite sobre essa pergunta. Se responder sim, ache uma justificativa para a inclusão da Matemática que constitui os atuais currículos em uma educação para toda a população. Se responder **não**, justifique como pode a população ser funcional com cerca de 80% dos alunos sendo reprovados ou passando raspando

(porque professores são tolerantes e os deixam passar).

A conclusão costuma ser que a culpa é desses 80% "incapazes" ou dos professores que têm má formação. Essa conclusão é injusta e perversa. A partir dessa conclusão, falsa, propõem-se provas modernizadas e aperfeiçoadas, dadas mês a mês ou, mais cruelmente, no fim dos graus, os chamados "provões". E, como os alunos vão mal, — é inevitável, sempre irão mal -- sugere-se reciclagem para os professores. Não seria tempo de se perceber que o problema está na matemática que constitui os currículos escolares e não nos alunos e professores? Não ocorrerá a ninguém "desconfiar" que essa Matemática talvez esteja excluindo cidadãos de muito sucesso na vida e suas carreiras profissionais porque ela é obsoleta, desinteressante e inútil?

MEC/Assessoria de Educação Escolar Indígena, Brasília, 1994 traz reflexões muito importantes e exemplos interessantes. A Etnomatemática das culturas africanas é também muito importante. Recomendo a excelente publicação de Paulus **Gerdes**: *Sobre o despertar do pensamento geométrico*, Editora da UFPR, Curitiba, 1992, que fala das matemáticas africanas.

²¹ A coleção paradidática *Vivendo a matemática*, Luiz Márcio **Imenes**, Nilson José **Machado** et al., Editora Scipione, São Paulo, 1989, tem volumes muito interessantes e elementares sobre a história da matemática, e pode ser usada como uma introdução à História da Matemática nas séries iniciais. Um clássico é o excelente livro de Malba **Tahan**: *O Homem que Calculava*, Editora Record, Rio de Janeiro.

²² Essa imagem é de Paulo **Freire**, na entrevista gravada para o ICME 8/8º Congresso Internacional de Educação Matemática, realizado em Sevilha, Espanha, em 1996. Ver nota 11.

Questões filosóficas sobre o fazer matemático

Embora muitos historiadores da matemática protestem quando se fala em história "internalista" e história "externalista", não há como negar que essas continuam sendo as duas grandes vertentes que identificamos em todas as discussões sobre a História da Matemática. Os críticos dessa análise chamam-na de simplista.

Sintetizando, uma vertente vê o desenvolvimento da Matemática Ocidental como a culminância de um racionalismo que se originou nas civilizações da antigüidade mediterrânea e cujo produto mais nobre é fruto da genialidade de certos indivíduos privilegiados. Outra vertente vê a matemática como resultado da busca de explicações e de maneiras de lidar com uma realidade natural, planetária e cósmica, e com os mitos e as estruturas socioeconômicas e culturais que daí resultam. Essas duas vertentes têm como consequência posições que muitas vezes se radicalizam na explicação do fazer matemático. Mais uma vez, não há como negar duas grandes correntes, a formalista e a empirista, assim como na teoria do conhecimento não há como escapar das duas grandes correntes, o idealismo e o materialismo.

História e filosofia da matemática não se separam e somos assim levados a refletir sobre a natureza do conhecimento matemático. Comentando sobre as duas grandes vertentes filosóficas sobre a natureza da Matemática, o platonismo/idealismo e o realismo/materialismo, o sociólogo Jim Holt comenta "Enquanto a discórdia no sacerdócio matemático não é novo -- na década de 1920, os proponentes de várias alternativas de platonismo estavam se perseguindo mutuamente com toda a fúria dos primitivos líderes heréticos Cristãos -- o debate sobre o que é realmente a matemática nunca foi tão confuso [como nos dias de hoje]."²³

Se quisermos usar um artifício gráfico, podemos propor as seguintes relações entre conhecimento, história e matemática:

Idealismo : materialismo :: internalismo : externalismo :: formalismo : empirismo

Esses são os grandes impasses epistemológicos que dominam a filosofia moderna. E que não se resolvem com o modelo de rigor conjuntista, com questões binárias, isto é, que admitem somente duas respostas possíveis (sim ou não).

Uma variante do paradoxo do mentiroso:

Todos os habitantes de uma certa cidade são de um dos três tipos:

²³ Jim **Holt**: "Hypothesis: The Monster and other mathematical beasts", *Lingua Franca* , v.7, n.9, November 1997; p. 76.

A: {sempre falam a verdade},
B: {tudo que dizem é mentira},
C: {respondem aleatoriamente}.

Além disso, eles sempre caminham em três, um de cada tipo.

Você visita essa cidade e logo encontra três cidadãos caminhando juntos. Será possível descobrir o tipo de cada um fazendo apenas três perguntas binárias?

Uma proposta para se acabar com a atitude maniqueísta no mundo moderno, tão típica de defensores ardorosos de uma corrente filosófica -- os fundamentalistas! -- seria partir para um estilo *fuzzy*. Mas isso não é aceito como uma proposta válida para a Matemática acadêmica. São ideais conflitantes.

A questão básica "o que é matemática?" nos conduz naturalmente a uma outra equivalente, "o que significa criar em matemática?".

Um projeto intitulado "*How Mathematicians Work*" [Como os matemáticos trabalham?] foi conduzido há cerca de cinco anos pelo IMA: *Institute of Mathematics and its Applications*, da Inglaterra. A pesquisa foi baseada em algumas questões que são, basicamente, as seguintes:

1. Somos capazes de medir criatividade matemática?
2. São os criativos matemáticos diferentes de outros criativos?
3. Que papéis têm verdade e erro nas práticas matemáticas?
4. A matemática é vista pelos que a praticam como uma técnica, uma arte, ou algo sui generis?
5. Podem aspectos cognitivos e afetivos da matemática serem ensinados ou são simplesmente aprendidos? E quais são esses aspectos?
6. Que assistência pode-se esperar na criação, aprendizado e aplicações da matemática?
7. Por que alguém decide ser matemático?
8. A matemática é produzida individualmente ou socialmente?
9. As medidas dessa produção diferem de outras medidas de produção? como?
10. É possível aquilatar a qualidade dessa produção? como?

Essas dez perguntas constituem, em si, um importante projeto de pesquisa, que pode ser conduzido em diversos ambientes. A análise dos resultados nos dá importantes indicadores da percepção de Matemática que têm os que a praticam.

Sobretudo, a criatividade matemática é algo um tanto misterioso quando comparado, por exemplo, com a música. Desde a antiguidade, matemática e música têm andado juntas. Podemos mencionar, por exemplo, os trabalhos dos Pitagóricos, de Boécio, de Kepler, como representativos da ponte que liga matemática e música.

Uma das melhores conceituações que conheço sobre o que é Matemática e sobre criatividade está na entrevista que Ennio De Giorgi, um dos grandes matemáticos do século, concedeu a Michelle Emmer poucos meses antes de sua morte em 1996. Nessa entrevista De Giorgi diz "Matemática é a única ciência com a capacidade de passar da observação de coisas visíveis à imaginação de coisas não visíveis. Este é talvez o segredo da força da matemática." E mais adiante diz: "Eu penso que a origem da criatividade em todos os campos é aquilo que eu chamo a capacidade ou disposição de sonhar: imaginar mundos diferentes, coisas diferentes, e procurar combiná-los na sua de várias maneiras. A essa habilidade — muito semelhante em todas as disciplinas — você deve acrescentar a habilidade de comunicar esses sonhos sem ambiguidade, o que requer conhecimento da linguagem e das regras internas a cada disciplina."²⁴

Isso me traz à lembrança uma entrevista recente de Dorival Caymmi. Ao comentar sobre um convite que lhe foi feito para escrever um manual sobre a arte de compor, ele disse que sua resposta havia sido "Não sei música, não aprendi música e, terceiro, não me deixaram aprender música. E talvez um quarto. Fui proibido de aprender música. Aí achei graça e achei que estava certo. Fui proibido porque diziam 'Se você aprender música perde esse espontâneo do que você cria'".

Eu vejo uma grande convergência entre o dizer de De Giorgi e o de Caymmi. Como terá sido a criatividade matemática de Ramanujan? Esse tema da criatividade matemática merece mais estudos.

O que se pode fazer de história nas aulas de matemática?

Uma vertente pouco cultivada é a da História Oral. Essencialmente, retratar, pelos seus próprios depoimentos, a vida e obra de matemáticos brasileiros. Além da valorização e do reconhecimento da contribuição de nossos conterrâneos à Matemática e à sua difusão aqui no Brasil, esse trabalho servirá para preservar a memória nacional, extremamente importante para os historiadores do futuro. Um exemplo desse tipo de pesquisa é o número de **mais!**, da Folha de São Paulo, quase inteiramente dedicado à vida e à obra de Newton Carneiro Affonso da Costa.²⁵

Nos países que foram berço de desenvolvimento matemático, uma prática interessante tem sido "Excursões Matemáticas" de cunho histórico. Por exemplo, visitas à casa onde nasceu

²⁴ Michele **Emmer**: Interview with Ennio De **Giorgi**, *Notices of the MAS*, vol. 44, n° 9, October 1997, pp.1097-1101.

²⁵ **mais!** 5° Caderno da Folha de São Paulo, 30 de novembro de 1997. A coleção de artigos e entrevista foram publicados por ocasião do lançamento do importante livro de Newton C.A. da **Costa**: *O Conhecimento Científico*, Discurso Editorial/FAPESP, São Paulo, 1997.

Isaac Newton, à universidade onde estudou. Outra atividade é o levantamento de monumentos dedicados a um matemático célebre e também a iconografia. No Brasil, esse material é paupérrimo. Mas há possibilidades. Por exemplo, uma excursão à Queluz, onde há um pequeno museu de Malba Tahan, é muito interessante. Ou mesmo visita para reconhecimento de obras às bibliotecas públicas e privadas.

Mas há muita matemática feita por não matemáticos. Por exemplo, Fermat muitas vezes é chamado "o Príncipe dos Matemáticos amadores".²⁶ Mas também é claro que há muita matemática implícita em obras não matemáticas, do dia a dia. Essa é uma das grandes lições que tiramos da História da Matemática. Muitas das grandes teorias matemáticas têm sua origem em práticas cotidianas.

Sugestões para professores

Qualquer indivíduo, durante todo o seu dia, calcula, mesmo sem se aperceber disso, tempo e espaço, e traça planos de ação.²⁷ Identificar essa Matemática do cotidiano é algo que pode ser muito bem explorado pelos professores. É atual, interessante e útil.

Um outro exercício interessante, de natureza histórica, é o levantamento de fatos matemáticos numa comunidade. Desde o traçado da cidade (em alguns casos, as cidades brasileiras foram planejadas) até a construção e localização de monumentos. Os urbanistas, os arquitetos, os políticos e empresários, todos fizeram um estudo preliminar e um projeto para suas ações. Fizeram um modelo ou um planejamento, sempre repousando sobre uma análise matemática. Isto pode ser objeto de interessantes pesquisas.

Uma outra sugestão também de caráter histórico: escrever sobre professores secundários de matemática que marcaram uma escola ou mesmo uma comunidade. Se ainda vivos, entrevistá-los. Se já falecidos, entrevistar parentes, amigos, ex-alunos. Tenho orientado alunos fazendo monografias e dissertações nessa direção. A memória de matemáticos, de professores de matemática e de atividades matemáticas brasileiras é muito importante e deveria ter prioridade em cursos de História da Matemática. Dão excelentes e importantes temas para monografias, dissertações e teses, e mesmo temas para projetos de pesquisa para docentes e pesquisadores.

Mas voltemos às reflexões sobre o ensino da História da Matemática como ele é mais comumente entendido no mundo acadêmico. Está claro que não será possível a um professor de matemática explicar a origem histórica da matemática, mesmo que se restrinja a alguma subárea específica. Essa é uma questão das mais desafiadoras. Muitas vezes, se

²⁶ Ver o interessante artigo de Simon **Singh** and Kenneth A. **Ribet**: "Fermat's Last Stand", *Scientific American*, November 1997; pp.36-41.

²⁷ Essa observação também é feita por Paulo **Freire** na entrevista mencionada na Nota 11 acima.

apresenta a História da Matemática no ensino como algo definitivo, insinuando "isso foi assim", o que pode ser falsificador. A História da Matemática no ensino deve ser encarada, sobretudo, pelo seu valor de motivação para a Matemática. Deve-se dar curiosidades, coisas interessantes e que poderão motivar alguns alunos. Outros alunos não se interessarão. Mas isso é natural. Alguns gostam de esporte, outros não gostam. Alguns gostam de música, outros não gostam. Alguns gostam de camarão, outros não gostam. Com Matemática não é diferente.

Jamais deve-se dar a impressão, através de um desfilar de nomes, datas, resultados, casos, fatos, que se está ensinando a origem de resultados e teorias matemáticas. Sabe-se que as necessidades e as idéias vão se organizando ao longo da história, em tempos e lugares difíceis de serem localizados. Numa certa época, as idéias começam a se organizar, a tomar corpo, e a serem identificadas como isso ou aquilo. A partir daí, entram para a "história". Mas não nasceram assim.

Outra maneira de se praticar história no ensino é fazer acompanhar cada ponto do currículo tradicional por uma explanação do contexto socioeconômico e cultural no qual aquela teoria ou prática se criou, como e porque se desenvolveu. Isso é muito frequente nos cursos de história da matemática.

Para se adotar essa prática, a formação do professor é essencial. Nas boas licenciaturas há uma ou duas disciplinas de História da Matemática. Mas nem todo professor teve um curso de História da Matemática ou tem acesso a livros especializados. A preparação que permite ao professor fazer uma abordagem histórico-crítica exige um aprendizado permanente. Geralmente, vem como resultado de ele ter feito as disciplinas tradicionais dos programas e de ter refletido sobre esses cursos, feito leituras e lido curiosidade sobre os conteúdos tradicionais. Insisto na palavra sobre. Não é necessário que ele conheça profundamente o tema para poder falar sobre o tema. Mas é importante que ele esteja preparado para dizer "Isso não sei" ou "Isso eu não consegui entender". Um professor que não for capaz de dizer isso para seus alunos será extremamente limitado, amedrontado e as suas aulas serão muito pobres e enganadoras.

O que seria uma preparação histórica básica, essencial, para todos os professores de Matemática? Eu acho que o que se encontra no *Almanaque Abril 1995*, pp.688-695 responde a essa pergunta. Ali há uma listagem cronológica de fatos e indivíduos que é o essencial na evolução da Matemática. O ideal, que é muito fácil de se conseguir, é acompanhar essa leitura com uma listagem cronológica dos grandes eventos internacionais, sempre acompanhando o exame dos fatos com a consulta a um Atlas -- que o próprio almanaque traz. Assim será possível localizar os lugares dos quais se está falando e o contexto internacional quando se deu o fato matemático. É interessante notar a forte concentração

geográfica da produção matemática em certos períodos da história e como essa concentração se desloca.

Chamo a atenção para o fato que poucos professores conhecerão tudo o que é mencionado nessa história sintética e cronológica. Aparecerão nomes de indivíduos e referências a teorias sobre as quais o professor nunca ouviu falar antes. Isso pode ser uma motivação para que o professor tenha curiosidade de ver do que se trata. Caso ele não tenha acesso a livros mais especializados, ele pode consultar uma Enciclopédia, que é uma excelente fonte de informação. Ou pode, através da Internet, frequentar algumas das inúmeras listas de discussão sobre a História da Matemática.

Também é muito interessante gastar um tempinho falando sobre as pessoas que estamos estudando. Por exemplo, sempre dando lugar e data de nascimento e de morte -- se é que já morreu! Há muito material acessível sobre isso. Uma enciclopédia geralmente traz essas informações sobre os nomes mais importantes. Também os livros correntes de história da matemática têm essas informações. Em particular, destaco os livros de Carl B. Boyer e de Dirk Struik.²⁸ O primeiro é longo, com muitos detalhes. O segundo é, como diz o nome, conciso e tem uma visão social mais aguda que o livro de Boyer.

Uma observação

Dirk Struik comemorou cem anos de idade em Setembro de 1994. Na sua festa de aniversário, havia três bolos, com velas "1", "0" e "0". O aniversariante, com uma enorme dose de humor, disse que o Corpo de Bombeiros não deu autorização para acender 100 velas de uma vez! Mas o ponto culminante foi uma conferência de uma hora pronunciada pelo próprio homenageado. Incrível! Sem ler qualquer texto, ele discorreu sobre "Matemáticos que conheci na minha vida". O homem é a própria história! Dirk Struik visitou o Brasil em 1988 e pronunciou conferências na UNICAMP e na USP. Aqui demonstrou interesse pelo desenvolvimento científico do Brasil durante a ocupação holandesa do Nordeste (1624-1664) e publicou um trabalho sobre isso.²⁹ Este é um bom exemplo de prioridades de temas de estudos sobre História. Há pouquíssimos estudos sobre a passagem dos holandeses pelo Brasil e muito pouco sobre a contribuição dessa passagem para as Ciências no Brasil. Algumas importantes referências holandesas sobre a História do Brasil são citadas por Struik, mas temos poucos estudos brasileiros sobre o tema.

²⁸ Carl B. **Boyer**: *História da Matemática*, trad. Elza Furtado **Gomide**, Editora Blücher, São Paulo, 1974; Dirk **Struik**: *História Concisa das Matemáticas*, Gradiva, Lisboa, 1989.

²⁹ Dirk J. **Struik**: "Maurício de Nassau, Scientific Maecenas in Brazil", *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, nº2, Julho-Dezembro 1985; pp. 21-26.

Mas voltemos às considerações sobre qual a medida adequada para uma incorporação da História da Matemática na prática pedagógica. Claro que o ideal é um estudo mais aprofundado do que a simples enumeração de nomes, datas e lugares. Sobre cada tópico, deve-se elaborar um pouco. É muito importante destacar aspectos socioeconômicos e políticos na criação matemática, procurando relacionar com o espírito da época, o qual se manifesta nas ciências em geral, na filosofia, nas religiões, nas artes, nos costumes, na sociedade como um todo. O livro de Dirk Struik, mencionado acima, é bem equilibrado nesse aspecto.

Naturalmente, isso tudo, em especial o quanto pode se aprofundar e o quão abrangente pode ser o professor, vai depender de sua formação. Por isso recomenda-se que todos os cursos de Licenciatura de Matemática ofereçam História da Matemática. Lamentavelmente, essa recomendação é pouco seguida.

O importante é dizer que não é necessário que o professor seja um especialista para introduzir História da Matemática em seus cursos. Se em algum tema o professor tem uma informação ou sabe de uma curiosidade histórica, deve compartilhar com os alunos. Se sobre outro tema ele não tem o que falar, não importa. Não é necessário desenvolver um currículo linear e organizado de História da Matemática. Basta colocar aqui e ali algumas reflexões. Isto pode gerar muito interesse nas aulas de Matemática. E isso pode ser feito sem que o professor tenha se especializado em História da Matemática.

Claro, o bom será o professor ter alguma formação em História da Matemática e poder fazer uma apresentação mais sistemática. Para isso, ele deve procurar uma formação mais especializada. Temos agora vários cursos de aperfeiçoamento e especialização e mesmo pós-graduação *strictu sensu* em História da Matemática.

Na dificuldade de se matricular em algum curso de pós-graduação, essa formação pode ser obtida assistindo a congressos, encontros, seminários e palestras e alguns vídeos que já são disponíveis no Brasil. E, naturalmente, lendo os livros e revistas que começam a ser publicados no Brasil.

É interessante notar que no Brasil, e o mesmo se dá em todo o mundo, os cursos de História da Matemática vêm sendo crescentemente procurados por jovens licenciandos e por professores e outros profissionais na ativa.

Implicações sociais e políticas da Matemática

Uma ideia falsa que se desenvolveu e se romantizou é que a Matemática é neutra, é pura ciência do espírito. Muitos até ficam extasiados com frases como "A Matemática possui não apenas verdade, mas suprema beleza -- uma beleza fria e austera, como a de uma escultura."

(Bertrand Russell, 1872-1970) e "o único fim da ciência [matemática] é a honra do espírito humano" (Carl G.J. Jacobi, 1804-51).³⁰

As artes, as ciências e a tecnologia, bem como as religiões, a ética e o comportamento individual e social, se desenvolveram desde a antiguidade na bacia do Mediterrâneo e se impuseram, a partir do século XV, a todo o planeta, tornando-se um instrumento fundamental do colonialismo e do imperialismo. Curioso que nem língua, nem religião, nem costumes, nem música, nem culinária, conseguiram se impor em todo o planeta. O que se vê em todas essas manifestações culturais é um sincretismo. Mas com relação à Matemática, desenvolveu-se uma ideia falsa e falsificadora de que a Matemática deve ser uma só nas escolas e academias de todo o mundo. Convido-os a pelo menos notar isso e a se perguntarem "por quê?".³¹

Matemática é uma técnica de explicar, de conhecer, de representar, de lidar com os fatos da natureza e sociais. Naturalmente, tem sua beleza, tem sua pureza, tem seus valores, seus critérios de verdade e de rigor. Mas isso também é uma verdade para todas as demais manifestações culturais, bem como para todos os artefatos e mentefatos [= constructos mentais]. Tudo obedece a critérios de beleza, de rigor, de verdade. Por que privilegiar a Matemática a esse respeito? A razão é que no modelo cultural que vem da bacia mediterrânea, a Matemática se tornou fundamental. Porque e quais as consequências disso tem sido o problema maior da História e da Filosofia da Matemática ocidental.

Inegavelmente, hoje não se pode ser operacional no mundo sem dominar Matemática, mesmo que não se reconheça no fazer os componentes matemáticos. Por exemplo, a capacidade de se encontrar um endereço, de se fazer uma chamada telefônica, de se lidar com dinheiro, de se operar um aparelho de televisão e um automóvel, e assim por diante, tem fortes componentes matemáticos.

Ninguém pode negar que o modelo de mundo que temos hoje segue o modelo europeu, que se impôs a todo o planeta durante o período colonial. Esse modelo é impregnado de matemática. A urbanização, a comunicação, a produção, a tecnologia, a economia e, assim por diante, tudo tem matemática embutida.

A estreiteza dos sistemas educacionais, que são controlados pela classe dominante, não permite reconhecer matemática nessas manifestações e insiste em uma Matemática formalizada, bitoladora e castradora, puro manejo de técnicas obsoletas e inúteis, e que está a serviço dessas classes. Dizem que falar em classes dominantes é jargão ultrapassado de

³⁰ Claro, no devido contexto essas frases são muito significativas e seus autores tem uma visão ampla do que é a matemática. Mas isoladas, descontextualizadas, essas frases são enganadoras.

³¹ Ver a entrevista mencionada na nota 18.

esquerda ... mas o fato inegável é que elas estão vivas e lutam para se manter e sobreviver. Essas classes dominantes parecem ser insensíveis às iniquidade intoleráveis, ao aumento da pobreza e das violações da dignidade humana e à exploração do homem pelo homem, evidenciada pelo fato de alguns continuarem a ter muito à custa de outros que quase nada têm, nem mesmo o essencial para sua sobrevivência.

Apesar do discurso aprimorado dos dirigentes, não avançamos muito na eliminação desses elementos de iniquidade. É possível pensar que houve até retrocesso na responsabilidade dos dirigentes. Gosto muito de citar um dito peruano, reportado em 1594: "Deixe qualquer pessoa que furta comida ou roupa, prata ou ouro, ser examinada se ele furtou por necessidade ou pobreza, e caso se perceba que foi isso, não deixe que ele seja punido, mas faça com que seja punido aquele que governa, removendo-o de sua posição, pois ele não foi capaz de prover as necessidades daquele que furtou nem levou em consideração as prioridades dos necessitados, e procure satisfazer as necessidades de roupa, comida, terra e uma casa para o ladrão".³² Como se saíam muitos dos nossos governantes?

A problemática social e política que levou o mundo a tantas convulsões sociais, revoluções e guerras, sobretudo neste milênio que se encerra, tem sido a mesma. É curioso que, ao olharmos para a História da Humanidade, a cada instante histórico podemos identificar a elaboração de um instrumental matemático para se lidar com essas situações.

Não há como negar isso e basta um estudo mais cuidadoso para se reconhecer, na maneira como se ensina e no próprio conteúdo do que se ensina, o interesse das classes dominantes, que continuam mesquinhas e com poder crescente! O discurso agora é mais preciso, tem havido um aperfeiçoamento de argumentos e até a racionalização de práticas que continuam opressivas e desumanas. Alguns sugerem que é normal haver excluídos numa sociedade.

A Economia se tornou a ciência por excelência da sociedade moderna, à qual tudo se subordina. Pode-se afirmar que os sistemas de produção e a economia moderna se desenvolveram paralelamente, quase em simbiose, com o desenvolvimento da Matemática ocidental, ainda mais que a física, a química, a biologia e a tecnologia modernas.³³

É curioso notar que, ao criar o fundo que outorga o Prêmio Nobel, o grande empresário e inventor Alfred Nobel (1833-96) não instituiu um Prêmio Nobel de Matemática e vetou a possibilidade de se criar tal prêmio no futuro.³⁴ Mas a comunidade científica internacional

³² Jeanne **Hersch** ed., *Birthright of man*, UNESCO/UNIPUB, New York, 1969; p.106.

³³ O estudo de A. Sohn-**Rethel**: *Intellectual and Manual Labor*, Macmillan Press, London, 1978, é excelente.

³⁴ Isso por razões pessoais que não interessa discutir. Mas vale mencionar uma fofoca internacional. Se o Prêmio para Matemática fosse instituído, o ganhador seria inevitavelmente Mittag-**Lefler** -- que

não poderia deixar de reconhecer a importância da Matemática no mundo moderno. E para premiar matemáticos foi necessário contornar a restrição de Alfred Nobel. E criaram o Prêmio Nobel de Economia -- que tem sido atribuído a matemáticos. Eu vejo nisso o reconhecimento que a matemática é a espinha dorsal que suporta o capitalismo moderno. Não é sem razão que o pioneiro do monetarismo foi Nicolau Copérnico(1473-1543), que Isaac Newton (1642-1726) foi por muitos anos o equivalente a um Ministro da Fazenda da Inglaterra e que John Maynard Keynes (1883-1946), por muitos apontado como o fundador da economia moderna, era matemático.³⁵

Numa importante obra publicada em 1974, o filósofo Robert Jaulin, referindo-se à Matemática, diz que "o Ocidente deve assumir o dissabor de se enxergar, e não mais se enganar com os mitos com os quais ele tem se mascarado."³⁶

Sobre o conceito de currículo

Utilizo uma definição muito abrangente de currículo: a estratégia da ação educativa. Ao longo da história o currículo reflete uma concepção de matemática e de sua importância na sociedade, o que é muito diferente da importância acadêmica da disciplina. Estamos falando da Matemática nos sistemas educacionais e no currículo.

Os romanos nos legaram um modelo institucional que até hoje prevalece, em particular na educação. O que corresponderia a um 1º grau, a Educação Fundamental, era organizado no mundo romano como o *trivium* (Gramática, Retórica e Dialética), e o grande motivador desse curriculum era a consolidação do Império Romano. Com a expansão do Cristianismo na Idade Média, criaram-se outras necessidades educacionais, que se refletem no que seria um 2º grau, de estudos superiores, organizados como o *quadrivium* (Aritmética, Música, Geometria, Astronomia). Em ambos os casos é evidente que a organização curricular encontra sua razão de ser no momento sociocultural e econômico de cada época.

Os grandes avanços nos estilos de explicação dos fatos naturais e na economia, que caracterizaram o pensamento europeu a partir do século XVI, criaram a demanda de novas metas para a educação.³⁷ A principal meta era criar uma escola acessível a todos e

alguns anos antes havia "roubado" a mulher do Alfred **Nobel**. Com isso, Nobel vetou para sempre a concessão de prêmios com seu dinheiro para esses "dons juans" que são os matemáticos!

³⁵ Recomendo a leitura do livro de A.-A. **Upinsky**: *A Perversão Matemática*, Livraria Francisco Alves, São Paulo, 1992.

³⁶ Robert **Jaulin** ed., *Pourquoi la mathématique?* Collection 10/18, Union générale d'éditions, Paris, 1974; 4ª capa.

³⁷ Ver o livro de Mario Alighiero **Manacorda**: *História da Educação. Da Antiguidade aos nossos dias*, trad. Gaetano **Lo Monaco**, Cortez Editora, São Paulo, 1996.

respondendo a uma nova ordem social e econômica. Como diz Comenius "Se, portanto, queremos Igrejas e Estados bem ordenados e florescentes e boas administrações, primeiro que tudo ordenemos as escolas e façamo-las florescer, a fim de que sejam verdadeiras e vivas oficinas de homens e viveiros eclesiásticos, políticos e econômicos."³⁸ Pode-se dizer que essa é a origem da Didática Moderna que está sempre associada às transformações da sociedade.

As grandes transformações políticas e econômicas que resultaram das revoluções americana e francesa causaram profundas mudanças nos sistemas educacionais. Como em outros tempos, os interesses dos impérios foram determinantes. Particularmente notáveis são as mudanças na França de Napoleão e na Alemanha de Bismarck. Mas sem dúvida o modelo que se impôs foi aquele adotada pelos Estados Unidos para fazer face à uma situação nova, que é a fixação de uma população de imigrantes nos territórios conquistados dos indígenas durante a grande expansão para o Oeste. O modelo americano visa uma escola igual para todos e o currículo básico ficou conhecido como os "*three R's: Reading, wRiting and aRithmetics*", que logo se impôs a todo o mundo. No Brasil é o ler, escrever e contar.

Embora adequado para o período de transição de uma tecnologia incipiente para uma tecnologia muito avançada, que é a grande característica dos séculos XIX e XX, ler, escrever e contar são obviamente insuficientes para a cidadania plena no século entrante.

Proponho um currículo baseado em **literacia**, **materacia** e **tecnoracia**, que é uma resposta educacional às expectativas de se eliminar iniquidade e violações da dignidade humana, o primeiro passo para a justiça social.

As palavras literacia, materacia e tecnoracia não estão no Aurélio. Vi a palavra literacia pela primeira vez num relatório recentemente publicado pelo Conselho Nacional de Educação de Portugal, que a define como a capacidade de processamento de informação escrita na vida quotidiana, o que inclui escrita, leitura e cálculo. O neologismo literacia dos portugueses inspirou-se em *literacy*, que também é um neologismo muito comum nos meios educacionais americanos e que se refere à qualidade de dominar a leitura e a escrita. *Numeracy* também já se encontra na literatura sobre educação elementar.

O neologismo *matheracy* foi introduzido, na década de oitenta, pelo Professor Tadasu Kawaguchi, um dos mais destacados educadores matemáticos japoneses. Aprendi a palavra com o Professor Kawaguchi e em meados daquela década utilizei *matheracy* num sentido

³⁸ J.A. **Coménio**: *Didáctica Magna. Tratado da Arte Universal de Ensinar Tudo a Todos* [orig. ed. 1656], Introdução, Tradução e Notas de Joaquim Ferreira **Gomes**, Fundação Calouste Gulbenkian, 1966; p. 71.

mais amplo e discuti a relação entre *literacy* e *matheracy*.³⁹ Também tenho visto e usado a expressão *technological literacy* e, em português, alfabetização tecnológica. Mas não me ocorreu propor neologismos na nossa língua. Hoje, estimulado pelos colegas portugueses, entro nessa ciranda de neologismos e fico mais à vontade para falar em literacia, materacia e tecnoracia. Como é comum no ambiente acadêmico brasileiro, esses neologismos muito provavelmente serão criticados como sendo produto de modismos copiados de outros países e inspirados por outras línguas. Vale o risco dessa crítica.

Acho adequado propor algumas definições, que ampliam o modo como esses neologismos vem sendo utilizados tanto em português, no caso da literacia, quanto na língua inglesa, nos casos de *matheracy* (ao que me consta, só utilizado pelo Professor Kawaguchi) e *technological literacy* (nunca vi *technoracy*).

LITERACIA é a capacidade de processar informação escrita o que inclui escrita, leitura e cálculo, na vida quotidiana.

MATERACIA é a capacidade de interpretar e manejar sinais e códigos e de propor e utilizar modelos na vida quotidiana.

TECNORACIA é a capacidade de usar e combinar instrumentos, simples ou complexos, avaliando suas possibilidades, limitações e adequação a necessidades e situações.

Poucos discordam do fato de alfabetização e contagem serem insuficientes para o cidadão de uma sociedade moderna. Necessárias, até certo ponto, mas insuficientes. Neste trabalho procurarei justificar essa afirmação, introduzir os conceitos de literacia, materacia e tecnoracia e propor uma nova conceituação de currículo que acredito responder às demandas do mundo moderno.⁴⁰

À guisa de conclusão

Alguns leitores dirão que as reflexões acima são mais bem uma arenga que nada tem a ver com Educação Matemática. Outros dirão que minha fala é um libelo contra a Matemática! Para ambos tenho pouco mais a dizer. Mas estou seguro que muitos outros não se assustarão em reconhecer consistência na minha argumentação e assumirão sua responsabilidade maior de educadores, que é a de incorporar suas inquietações à sua prática. Esses professores

³⁹ Ubiratan **D'Ambrosio**: *Socio-cultural bases for Mathematics education*, UNICAMP, Campinas 1985; pp. 42-48.

⁴⁰ Para uma discussão sobre essa proposta de um novo *trivium*, ver Ubiratan **D'Ambrosio**: Educação: Nas Lições do Passado, as Perspectivas para o Futuro, *Estudos Leopoldenses-Série Educação*, vol. 2, n° 2, Janeiro/Junho 1998; pp.7-16.

estarão se perguntando: mas como lidar com isso na minha prática como professor de matemática? Para eles são importantes mais alguns comentários e sugestões.

Naturalmente não se pretende incorporar essas discussões, de forma sistemática, nos currículos de Matemática no 1º e 2º graus. Elas devem permear o currículo. As oportunidades abundam ao se comentar uma notícia de jornal ou literatura ou fatos do dia a dia. Para isso é fundamental que o professor tenha refletido sobre essas coisas. Por isso é que, além de História da Matemática, se recomenda muito a inclusão de uma disciplina "Sociologia da Matemática" nos currículos de Licenciatura.

Sei que muitos estão pensando que não vai sobrar tempo para darmos conteúdo de matemática se gastarmos tanto tempo falando sobre matemática. Pois eu digo que a solução é cortar conteúdos, retirando coisas desinteressantes, obsoletas e inúteis, tais como os cálculos aritméticos e algébricos e inúmeras técnicas de derivação e de integração. Tudo isso se faz trivialmente com uma calculadora de bolso -- nem é necessário usar computador -- quando e se for necessário.

Certamente alguém estará com vontade de perguntar: mas não se pode pensar só no valor utilitário. E o valor formativo?

Eu desafio a que me digam qual o valor formativo de se achar uma primitiva de $1/4 \cdot x^2$ ou de se calcular a raiz quadrada de 127.856.

Ou mesmo de se efetuar $11/15 + 7/12$.

No entanto, em cada um desses três exemplos pode-se mostrar como se fazia numa certa época, o porquê desses métodos e o porquê de ter havido uma preocupação com esse tipo de questões, como esses métodos foram desenvolvidos e como serviram de estímulo para outras propriedades, e sei lá, mil outras questões... Como a maior parte dos conteúdos dos nossos currículos, essas questões e técnicas só valem como história. E assim deverão ser tratadas.

A formação do indivíduo se faz com estímulos de outra natureza. Podem inclusive ser estímulos matemáticos. Mas uma matemática interessante, exploratória, divertida e desafiadora. Não mera manipulação de técnicas, mas sim exercícios de criatividade. Pode ser até que alguém se divirta manipulando técnicas -- algumas podem ser muito interessantes. Por exemplo, acho lindo brincar com fatoriais, sobretudo tendo uma calculadora. E achar o mínimo múltiplo comum também pode ser muito divertido. Mas não sei como dizer que essas coisas servem para algo relevante na educação do cidadão comum. E tampouco dizer que o que é lindo ou divertido para um deverá ser lindo e divertido para todos. Portanto, como se justifica ensinar fatoriais ou mínimo múltiplo para todos? Convido os professores a darem uma boa razão para que isso esteja no programa para todos.

Muitos vão dizer: mas isso já não é mais do programa. De fato, tem havido remoção de alguns "pontos" nos programas.

Muito do que ainda restou e que se ensina no modo tradicional, descontextualizado, está lá por mesmice. Ninguém tem coragem de tirar dos programas. A única razão é de natureza histórica – há tempo se ensina isso. E o professor infere: "se me ensinaram é porque era importante, portanto... ensino o que me ensinaram".

Ninguém ilustrou melhor essa reflexão que René Thom, um dos mais importantes matemáticos do século, ao divulgar um poema de um sábio chinês, que diz:

"Havia um homem que aprendeu a matar dragões e deu tudo que possuía para se aperfeiçoar na arte. Depois de três anos ele se achava perfeitamente preparado mas, que frustração, não encontrou oportunidades de praticar sua habilidade." Dschuang Dsi

"Como resultado ele resolveu ensinar como matar dragões." René Thom

Um desafio para os professores

Procure, para cada tema do que sobrou nos programas atuais, uma justificativa autêntica de por que o tal tema deve ser ensinado e exigido de todos.

Ao professor foram ensinadas muitas técnicas e teorias que ele jamais teve, e nem terá, oportunidade de praticar. E o professor parte para ensiná-las, sem nenhum momento de reflexão, de crítica. A última vez que viram aquele "ponto" do programa foi quando lhes ensinaram isso. E agora está vendo de novo esse ponto ao ensiná-lo.

Desafio o professor a negar que só viu certos temas quando era aluno, e só viu esse tema novamente quando foi ensinar.

Quanto à aprendizagem, o problema é muito mais complexo e o aprendizado da matemática é um grande desafio para os teóricos das ciências cognitivas.⁴¹ O estudo da história cultural da humanidade tem sido um instrumento importante nessas teorizações. Esse é mais um fator da crescente importância que vem sendo dada à Etnomatemática.

Alguns defendem o caráter propedêutico da matemática. Ensina-se isso porque é importante para aquilo, e aquilo porque é importante para...e assim por diante. Justifica-se os programas como um elenco de conteúdos organizados linearmente. Nenhuma teoria hoje aceita de aprendizagem corrobora essa justificativa. Muito pelo contrário, o que sabemos dos processos cognitivos indicam que a aprendizagem deve consistir em oferecer ao aluno uma variedade de experiências ricas, apresentadas de forma não-linear, poderíamos mesmo dizer

⁴¹ Ver o excelente livro de Steven **Pinker**: *How the Mind Works*, W.W. Norton & Company, Inc., New York, 1997. A discussão sobre Matemática é particularmente interessante.

caótica. A riqueza de experiências vai possibilitar ao aluno que, eventualmente, – não no dia e hora marcados pelo professor -- faça a organização dos fatos que experienciou para a construção de mentefatos que poderão servir para experiências novas.⁴² [42]

Em vista disso, vejo dois aspectos que deveriam ser destacados no ensino da matemática:

O aspecto crítico, que resulta de assumir que a Matemática que está nos currículos é um estudo de matemática histórica? E partir para um estudo crítico do seu contexto histórico, fazendo uma interpretação das implicações sociais dessa matemática. Sem dúvida isso pode ser mais atrativo para a formação do cidadão.

O aspecto lúdico associado ao exercício intelectual, que é tão característico da matemática, e que tem sido totalmente desprezado. Por que não introduzir no currículo uma matemática construtiva, lúdica, desafiadora, interessante, nova e útil para o mundo moderno.

O enfoque histórico favorece destacar esses aspectos, que considero fundamentais na educação matemática.

⁴² Esses temas são discutidos nos meus livros *Da Realidade à Ação. Reflexões sobre Educação (e) Matemática*, Summus Editorial, São Paulo, 1986 e *Educação Matemática. Da Teoria à Prática*, Papirus Editora, Campinas, 1996. Aí se encontram sugestões para a literatura relevante sobre essas novas teorias.



D'Ambrosio entrevista Paulo Freire

This is the transliteration - faithful, without adjustments of language - to the complete interview (not the edited one shown in Seville).

MC¹ - Estamos aqui reunidos para uma conversa, um bate-papo informal, com o Professor Paulo Freire e o Professor Ubiratan D'Ambrosio, sobre educação e educação matemática.

U² - Devo dizer que para mim é um privilégio raro poder entrevistar o mestre. Formalmente, nunca fui seu aluno, mas sou daquele exército de educadores do mundo inteiro que se consideram discípulos de Paulo Freire. Ter a oportunidade desta conversa é para mim uma grande honra.

P³ - Para mim também. Sobretudo compreendendo, como nós três aqui compreendemos, a continuidade desta conversa, dentro de algum tempo mais, na Espanha, diante de um grande número de matemáticos, de educadores que se metem com os problemas do ensino da matemática, da compreensão da matemática. Para mim também é uma grande satisfação estar nessa conversa e gostaria que ela até tomasse corpo imediatamente.

U - Hoje, nós todos reconhecemos o Paulo Freire, grande filósofo que inspira uma série de medidas novas em educação, propostas. É o nosso filósofo da educação. No início, há muitos anos, quando você começou a sua carreira, a sua grande preocupação parece ter sido, claro, educação em geral, mas sempre se fala no Paulo Freire como ensinando, alfabetizando, ensinando a ler. Existe, claro, uma preocupação muito grande em todo seu discurso com a importância de o indivíduo se expressar, saber ler, participar do mundo. Eu pergunto: desde aquele momento até hoje, você vê uma importância equivalente em ele saber participar matematicamente do mundo? Você vê um equivalente ao *literacy*, uma forma de *matheracy*? Existe um equivalente matemático à alfabetização na sua obra?

P - Essa é uma pergunta primeira. É a primeira vez que eu me defronto com essa pergunta e eu acho que ela tem sentido. Tem sentido como uma pergunta não apenas feita a mim, mas feita a nós todos. Confesso que na época eu não pensei nisso. Não iria eu, agora, mentir e

¹ **MC** refere-se a Maria do Carmo Santos Domite.

² **U** refere-se a Ubiratan D'Ambrosio.

³ **P** refere-se a Paulo Freire.

dizer: ah, já naqueles anos, há quarenta anos atrás, eu já vivia pensando nisso! Não, na verdade, eu não pensei nisso. Mas eu, hoje, entendo isso perfeitamente. Eu não tenho dúvida nenhuma da importância de qualquer esforço, que não deve inclusive ser um esforço exclusivo do matemático, professor de matemática, por exemplo, mas que deveria ser, no meu entender, um esforço do homem e da mulher, matemático ou físico ou carpinteiro, que é exatamente o esforço de nos reconhecer como corpos conscientes matematicizados. Eu não tenho dúvida nenhuma de que a nossa presença no mundo, que implicou indiscutivelmente a invenção do mundo... Eu venho pensando muito que o passo decisivo que nos tornamos capazes de dar, mulheres e homens, foi exatamente o passo em que o suporte em que estávamos virou mundo e a vida que vivíamos virou existência, começou a virar existência. E que nessa passagem, nunca você diria uma fronteira geográfica para a história, mas nessa transição do suporte para o mundo e que se instala a história, é que começa a se instalar a cultura, a linguagem, a invenção da linguagem, o pensamento que não apenas se atenta no objeto que está sendo pensado, mas que já se enriquece da possibilidade de comunicar e comunicar-se. Eu acho que, nesse momento, a gente se transformou também em matemáticos. A vida que vira existência se matematiza. Para mim, e eu volto agora a esse ponto, eu acho que uma preocupação fundamental, não apenas dos matemáticos mas de todos nós, sobretudo dos educadores, a quem cabem certas decifrações do mundo, eu acho que uma das grandes preocupações deveria ser essa: a de propor aos jovens, estudantes, alunos homens do campo, que antes e ao mesmo em que descobrem que 4 por 4 são 16, descobrem também que há uma forma matemática de estar no mundo. Eu dizia outro dia aos alunos que quando a gente desperta, já caminhando para o banheiro, a gente já começa a fazer cálculos matemáticos. Quando a gente olha o relógio, por exemplo, a gente já estabelece a quantidade de minutos que a gente tem para, se acordou mais cedo, se acordou mais tarde, para saber exatamente a hora em que vai chegar à cozinha, que vai tomar o café da manhã, a hora que vai chegar o carro que vai nos levar ao seminário, para chegar às oito. Quer dizer, ao despertar, os primeiros movimentos, lá dentro do quarto, são movimentos matematicizados. Para mim, essa deveria ser uma das preocupações, a de mostrar a naturalidade do exercício matemático. Lamentavelmente, o que a gente vem fazendo, e eu sou um brasileiro que paga, paga caro... Eu não tenho dúvida nenhuma que dentro de mim há escondido um matemático que não teve chance de acordar, e eu vou morrer sem ter despertado esse matemático, que talvez pudesse ter sido bom. Bem, uma coisa eu acho, que se esse matemático que existe dormindo em mim tivesse despertado, de uma coisa eu estou certo, ele seria um bom professor de matemática. Mas não houve isso, não ocorreu, e eu pago hoje muito caro, porque na minha geração de brasileiras e brasileiros lá no Nordeste, quando a gente falava em matemática, era um negócio para deuses ou gênios. Se fazia uma concessão para o sujeito genial que podia fazer matemática sem ser deus. E com isso, quantas inteligências críticas, quantas curiosidades, quantos indagadores, quanta capacidade abstrativa para poder ser concreta, perdemos?! Eu acho que, nesse congresso, uma das coisas que eu faria era, não um apelo, mas eu diria aos

congressistas, professores de matemática de várias partes do mundo, que ao mesmo tempo em que ensina que 4 vezes 4 são 16 ou raiz quadrada e isso e aquilo outro, despertem os alunos para que se assumam como matemáticos.

U - Em todo o seu discurso, a sua teorização, a sua prática, se vê a importância política da aquisição da linguagem. Você diz que o homem, para ser livre, tem que ser capaz de se expressar, tem que ser capaz de ler, ser capaz de discursar. Você vê alguma coisa equivalente no domínio da matemática?

P - Eu acho que, indiscutivelmente, essa possível alfabetização da matemática, uma mate-alfabetização, *math-literacy*, eu não tenho dúvida nenhuma que isso ajudaria a própria criação da cidadania. E vou dizer como eu vejo, e não como se deve ver. Eu falo como eu vejo. Eu acho que, no momento em que você traduz a naturalidade da matemática como uma condição de estar no mundo, você trabalha contra um certo elitismo com que os estudos matemáticos, mesmo contra a vontade de alguns matemáticos, têm. Quer dizer, você democratiza a possibilidade da naturalidade da matemática, e isso é cidadania. E quando você viabiliza a convivência com a matemática, não há dúvida que você ajuda a solução de inúmeras questões que ficam aí às vezes entulhadas, precisamente por falta de um mínimo de competência sobre a matéria. E por que não está havendo isso? Porque a compreensão da matemática virou uma coisa profundamente refinada, quando na verdade não é e não deveria ser. Eu não quero com isso dizer que os estudos matemáticos jamais devessem ter a profundidade e a rigorosidade que eles tem que ter. Como o filósofo tem também que ser rigoroso, o biólogo, não é isso que eu digo. Mas o que eu digo é o seguinte: na medida em que você não faz simplismo, mas torna simples a compreensão da existência matemática da existência humana, aí não há dúvida nenhuma que você perceberá a importância dessa compreensão matemática, tão grande quanto a linguagem.

MC - Essa é a matemática natural, a matemática que fala da quantificação natural. Então, o menino pequeno tem alguma coisa a falar, por exemplo, sobre a multiplicação, como ele entende, e o professor não vê isso como sendo válido. É uma outra visão de matemática.

P - Isso não se dá apenas com a matemática, isso se dá com a presença do homem e da mulher no mundo. Eu acho que tem muito que ver com um certo desprestígio do senso comum. Isso tem muito que ver com a postura elitista da escola, relegando toda a contribuição que o aluno possa dar à escola. No fundo, é a supervalorização do conhecimento chamado acadêmico diante da desvalorização do conhecimento comum. É a posição epistemológica segundo a qual entre um e outro conhecimento você tem uma definitiva ruptura. No meu entender, o que há não é uma ruptura, o que há é uma superação. Uma das coisas que a escola deveria fazer, e eu venho insistindo nisso há 30 anos ou mais, e fui muito mal-entendido, e ainda hoje continuo a ser, mas no começo fui muito menos entendido, quando eu insistia que o ponto de partida da prática educativa deve ser não a compreensão do mundo que tem o educador e o seu sistema de conhecimento, mas a

compreensão do mundo que tem, ou que esteja tendo, o educando. A gente parte do que o educando sabe para que o educando possa saber melhor, saber mais e saber o que ainda não sabe. Eu acho que está nesse desrespeito, que é um desrespeito elitista, está na superação desse desrespeito, está no aprofundamento de uma postura democrática, eu acho a superação desse ser.

MC - É um elemento de ordem epistemológica querer que o aluno conheça melhor, mas é um desrespeito.

U - O aluno vai para a escola para receber.

P - É isso, e ele inclusive está convencido disso.

U - Para levar adiante essa nova postura pedagógica, é necessário mudar o professor. A maneira como o professor tem sido formado tem sido fundamental, e eu sei que um dos seus projetos atuais é escrever um livro sobre formação de professores. Daria para falar um pouco sobre isso, de uma forma mais dirigida à nossa preocupação, como educadores matemáticos? Como a formação de professores deve ser revitalizada nesse seu pensamento?

P - Eu estou realmente escrevendo um livro agora, que eu espero não seja nem um caderno nem um compêndio, um livro à minha maneira. O título provisório do livro vai ser *Formação docente e saberes necessários fundamentais à prática educativa crítica*. A minha preocupação, ao estar escrevendo esse livro, é mostrar, às vezes até mais do que saberes, mostrar certas sabedorias indispensáveis a um professor, ou à formação do educador. Por exemplo, talvez o primeiro saber que deve virar uma sabedoria e que exatamente a gente incorpora é o seguinte: a prática educativa se funda não apenas na inconclusão ontológica do ser humano, mas na consciência da inconclusão. É em cima desses dois pés, de um lado a minha inconclusão, do outro a minha consciência da inconclusão, é aí que se funda a educação. A educabilidade humana não tem outra explicação senão nesta assunção de minha inconclusão consciente. Como também é aí que se fundamenta a minha esperança. Você imagine que incongruência seria que seres inconclusos como somos e conscientes da inconclusão não nos lançássemos num permanente movimento de procura, de busca. O ser que não procura é aquele que, sendo inconcluso, não se sabe inconcluso. Exemplo: a jabuticabeira, que eu tenho no quintal da casa, é inconclusa também, porque o fenômeno da inconclusão é um fenômeno vital, não é exclusivo do ser humano. Mas o nível de inconclusão da jabuticabeira não tem nada a ver com meu nível de inconclusão. Ela é inconclusa, como é inconcluso meu pastor alemão no quintal, mas eles não se sabem inconclusos. No caso da gente, a gente assumiu a inconclusão e, ao assumir a inconclusão, a gente é levado à busca. Seria um absurdo buscar sem esperança. Eu posso até, ao buscar, não encontrar, mas a minha esperança faz parte do processo de buscar. Não há busca desesperançada. É um contrassenso. Esse saber ... nem sempre os educadores foram um dia desafiados para saber-se interminados. Eu estou escrevendo sobre isso. Um outro saber, que eu acho que é

uma sabedoria já, sem a qual não dá para ir para uma escola, é o saber de que mudar é difícil, mas é possível. Como é, Ubiratan, que tu poderias andarilhar pelo mundo como tu andas, na África, na Europa, nos Estados Unidos, discutindo o que é a matemática e discutindo como propor a matemática, se tu não estivesses convencido que um dia pode mudar? É o impulso. Esse saber precisa ser discutido, não imposto, mas tem que ser posto em cima da mesa, para que o jovem que está se formando para ser professor amanhã, repouse nesta verdade: eu me movo como professor porque, apesar de saber quão difícil é mudar, eu sei que é possível mudar. Pode ser até que o agente da mudança mais radical não seja nem sequer minha geração, mas sem a minha geração a outra não vai mudar.

U - Nós trabalhamos para um outro futuro, no qual nós acreditamos.

P - Exato. Um outro saber que eu preciso saber é que ensinar não é transferir conhecimento, transferir conteúdo. É lutar para, com os alunos, criar as condições para que o conhecimento seja construído, seja reconstruído. Isso para mim é que é ensinar. Enquanto eu não estiver convencido disso, enquanto eu estiver, pelo contrário, convencido que ensinar é chegar às nove horas da manhã e despejar um discurso transferidor de objetos, e que são apenas perfis de objetos, que são os conteúdos, então eu não sei o que é ensinar, eu não sei o que é aprender. É preciso que eu, como professor, saiba que, do ponto de vista histórico, o homem e a mulher primeiro aprenderam, para depois ensinar. O aprender precedeu sempre o ensinar. O que é que está acontecendo na sistemática da escola? O ensinar virou o mais importante, e o aprender foi burocratizado com a burocratização do ensinar. Na verdade, o que eu não posso é deixar de conhecer os dois em processo contraditório dialético, em que quanto melhor eu aprendo tanto melhor eu posso ensinar, e quanto mais eu ensinar tanto melhor se pode aprender. Mas foi aprendendo socialmente que historicamente as mulheres e os homens descobriram, no ato de aprender, diluída a prática de ensinar. Um dia na história dos homens e das mulheres, um dia mais ou menos recente, é que descobriram que porque aprendiam era possível ensinar, e aí se sistematizou o trabalho de ensino. A gente perdeu essa noção da história e inverteu os papéis. Eu também estou escrevendo sobre isso. Eu acho que às vezes é preciso recuperar historicamente o grande papel de aprender, sem que isso signifique nenhuma diminuição do ensinar.

U - A escola deve ser um ambiente, ser tornada um ambiente mais para compartilhar esse processo de busca, e não um ambiente onde se passa conhecimento.

P - Claro. Poderia se pensar que eu estou defendendo aqui um papel subalterno para o professor. De jeito nenhum. Indiscutivelmente, o papel do professor, o papel do ensinante, é um grande papel. Ele/ela tem uma grande responsabilidade de ensinar. E professor que não ensina não se justifica, ele não se explica a si mesmo. Agora, é preciso clarear e esclarecer o que significa mesmo ensinar. E quando a gente busca compreender, na própria prática, o que é ensinar, a gente tem que concluir que o próprio esforço do processo social da produção do conhecimento põe de lado qualquer possibilidade de transferir conhecimento. Eu produzo,

eu crio, eu recrio o conhecimento, eu não engulo conhecimento. Eu me lembro de uma expressão irônica de Sartre, quando ele criticava o que ele chamava de concepção nutricionista do saber. Ele diz: trágica e dolorosa a concepção nutricionista do saber, em que o professor alimenta, e você vê as metáforas todas que a gente vê na linguagem comum para nos referirmos ao problema do conhecimento. Tem muito a ver com alimento. Você fala de fome de saber, sede de saber. Você não fala na curiosidade de saber. Você fala na sede do saber. Eu não tenho que beber saber, nem tenho que comer saber. Eu como uma feijoada, não conhecimento. Conhecimento, eu produzo socialmente.

U - A ideia da produção do conhecimento, sobretudo em matemática, parece que ficou muito esquecida.

P - Muito, muito, muito.

U - Se produz muito pouco no sistema escolar. Eu acho que essa oportunidade desse papo com Paulo Freire foi realmente um momento muito importante para todos nós, e esses do congresso, que nos assistem, vão sentir aquela pontinha de inveja, porque nós tivemos o privilégio dessa conversa com o Paulo.

P - Eu quero mandar, através de vocês que estarão lá, o meu grande abraço a todos e a todas que vão comparecer ao congresso e lhes dizer que minha ausência só se poderia explicar mesmo por uma questão de cuidados que eu e meus médicos estão tendo. Eles estão fazendo força, e eu concordo com o esforço deles, no sentido de ver se eu demoro um pouco mais no mundo. E com isso eu concluo.

MC - Gostaria também de agradecer estar com o senhor. Quando o Prof. Ubiratan começou dizendo que todos nós fomos, de algum modo, alunos de Paulo Freire, é verdade, mas nem todos conseguiram entender. Porque cada vez tem uma coisa nova. A gente está sempre aprendendo coisas novas. Os dois representam para nós uma mudança de modelo, o Sr. em geral, em educação, e o Prof. Ubiratan D'Ambrosio em educação matemática.

P - Com o D'Ambrosio você extrapola o adjetivo matemático e pode ficar só na educação mesmo. Eu acho que D'Ambrosio é na verdade até mais que um educador, ele é também um pensador da educação atual. Agora eu peço desculpas para vocês e eu vou correndo para o doutor.



Conferências proferidas em 1998

Congresso Internacional de Criatividade

Criatividade, para quê?¹

O tema é difícil. Durante três dias esse será o foco das nossas reflexões. Vou dar o pontapé inicial e fazer a bola rolar.

Ninguém começa um discurso acadêmico assim, embora esteja dizendo, metaforicamente, o que efetivamente vai acontecer. Estou chocando muitos. Transgrido, na forma, os padrões. Estou sendo criativo? O que é ser criativo? Qual o limite do que é aceito pelos padrões e o que é transgressão?

Quando sou convidado para abrir uma conferência, sempre me vem à mente aquele momento de um jogo de futebol em que o juiz apita e o centroavante faz a bola rolar. Ou o momento em que, numa corrida de Fórmula 1, a luz verde acende e os pilotos aceleram. Ou a expectativa de músicos e plateia ao sinal do maestro para começar a peça.

No primeiro caso, sai para direita ou para a esquerda? E, durante noventa minutos, não sabe o passo de companheiros nem de adversários. Cada instante é um instante de exercício de criatividade. No segundo caso, é um indivíduo com domínio de uma máquina poderosa que deve estar permanentemente alerta para o desempenho da mesma e para a presença perigosa de outros. No acelerar e no desacelerar, no desviar e no ousar, sua criatividade se manifesta. E, no terceiro caso, o músico é um indivíduo com o domínio de uma técnica de instrumento, absolutamente atento e obediente às instruções do maestro. Na sua refinada técnica e na sua disciplinada obediência, a sua criatividade se manifesta.

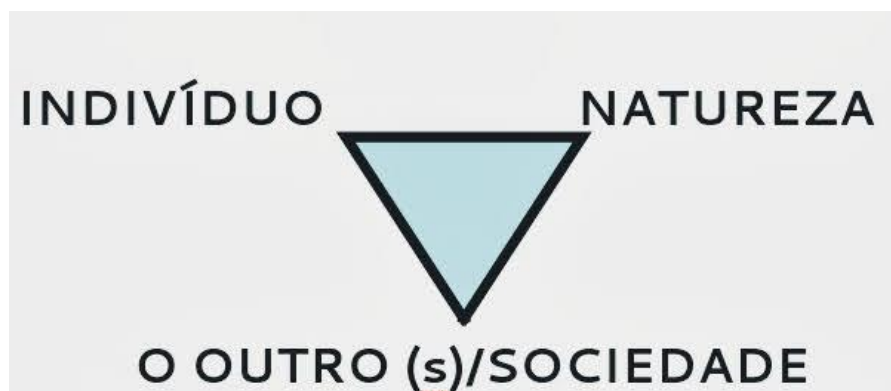
O que é criatividade? Como se manifesta? Nosso respeitado Aurélio dá 17 acepções para criar e 7 para criador. **Criativo** e **criatividade** se referem à acepção 3. no que diz de **criador**: Inventivo, fecundo, criativo e de **criar**: Dar princípio a; produzir, inventar, imaginar, suscitar.

¹ Conferência de abertura no Congresso Internacional de Criatividade, UNESP/UNIFESP/USP, 16 a 18 de novembro de 1998, São Paulo.

O conceito é curioso. Todo indivíduo é criativo.² Como e porque distinguir criatividade se ela é intrínseca ao ser humano? A razão é que, como o próprio indivíduo, a criatividade em si é inconclusa.

Vida

Ao longo da sua história, o homo sapiens sapiens tem acumulado meios de sobrevivência e de transcendência, que constituem o acervo de conhecimentos da humanidade. Esses se manifestam como modos de fazer e sistemas de explicações e que respondem a necessidades e indagações sobre os fatos básicos da realidade: o **indivíduo**, o "**outro**" (sociedade) e a **natureza** (imediata, planetária e cósmica). Meu ponto de partida é assumir a essencialidade mútua desses fatos. O fenômeno vida é resultado da sua integralidade representada no "triângulo da vida": **indivíduo/natureza/sociedade**.



Vida é a realização desse ciclo. A existência de cada indivíduo, que se identifica com sua autonomia na busca de sobrevivência, é a ativação desse ciclo. A interrupção de qualquer dessas conexões interrompe a vida.

A essencialidade mútua se manifesta nas conexões, necessárias para o fenômeno **vida**:

Indivíduo **e** natureza **para** sobrevivência do indivíduo

Indivíduo **e** outro/sociedade **para** continuidade da espécie

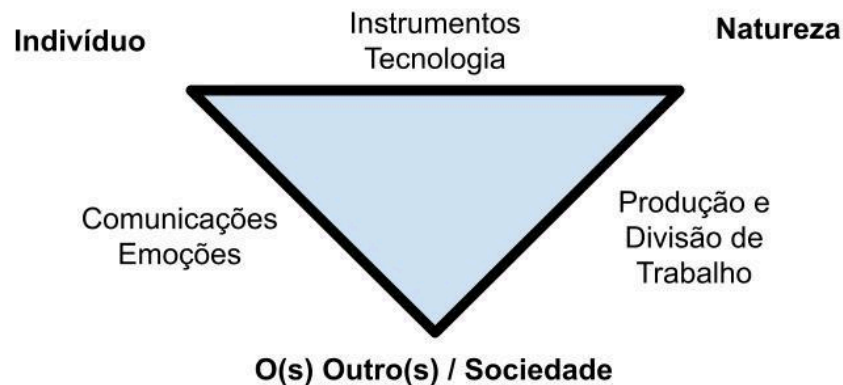
Sociedade **e** natureza **para** sobrevivência da espécie

Os mecanismos fisiológicos e ecológicos são a resposta das várias espécies à resolução das relações presentes no triângulo da vida. Como disse acima, a quebra de qualquer das conexões determina o fim da espécie. E nenhum dos três elementos existe sem os outros. Talvez a natureza possa continuar sem alguma espécie. Mas será a mesma?³

² Interessante, embora breve, a discussão em Steven Pinker: *How the Mind Works*, W.W. Norton & Company, New York, 1997.

³ O gorila mestre Ismael tem, na parede do seu escritório, um quadro com a pergunta "Com o fim da humanidade haverá esperança para o gorila?" e no reverso a pergunta "Com o fim do gorila haverá esperança para a humanidade?". Veja a bela fábula de Daniel Quinn: *Ismael. Um Romance sobre a Condição Humana*, Editora Fundação Peirópolis, São Paulo, 1998.

Com o aparecimento da espécie humana, surgiram intermediações entre esses fatos:



Conhecimento

Falei acima das intermediações criadas pela espécie humana para relacionar indivíduo, sociedade e natureza:

Instrumentos **e** tecnologia **entre** indivíduos e natureza

Comunicações **e** emoções **entre** indivíduo e outro/sociedade

Produção **e** divisão de trabalho **entre** sociedade e natureza

A realização dessas intermediações se dá pela comunicação e pelo conhecimento. O conhecimento, assim conceituado, tem várias dimensões: sensorial, intuitiva, emocional, mística, racional.

O conhecimento que se desenvolveu a partir das culturas mediterrâneas se caracteriza por ter aprofundado uma percepção do cosmos, do planeta e da natureza que vê os seres humanos como uma espécie privilegiada. Esse conhecimento acarreta um comportamento ditado por privilégios.

Ao longo da história, o conhecimento originado nas culturas mediterrâneas foi, gradativamente, eliminando as dimensões sensorial, intuitiva, emocional e mística. Impôs-se, como característica por excelência do ser humano, a sua dimensão racional. O conhecimento com maior ênfase no intuitivo foi identificado com as artes, o místico e o emocional com as religiões e o sensorial com empirismo e suas conotações negativas. Os vários corpos de conhecimento, estruturados segundo a dimensão racional, passaram a ser denominados ciências, que acabaram sendo identificadas com conhecimento. As demais dimensões compõem o que são chamadas as tradições.

O flanco vulnerável da racionalidade científica foi exposto de forma mais flagrante justamente pela ciência identificada como o padrão dessa racionalidade, que é a

matemática. Na busca de se procurar fundamentar o conhecimento matemático e a sua geração, na transição do século XIX para o século XX, o intuicionismo de L. E. J. Brower, proposto em 1906, contrapõe-se ao logicismo de Bertrand Russell e ao formalismo de David Hilbert, rejeitando justamente o *tertium non datur* (lei do terceiro excluído), sobre o qual se funda grande parte do pensamento matemático.⁴ Uma nova ciência da cognição começou, então, a se delinear.

Igualmente atingida foi a visão de um universo newtoniano com o surgimento das mecânicas quântica e relativística, a partir de Max Planck e Albert Einstein e com as formulações de Niels Bohr e Werner Heisenberg.⁵ Fundamentalmente atingida foi a percepção de uma realidade determinista e a linearidade nela implícita, obedecendo relações de causa-efeito. Abriu-se, assim, o caminho para as teorias gerais dos sistemas e teorias do caos e da complexidade e para uma nova visão do universo.

Não menos atingida foi a visão de homem com a percepção da essencialidade do outro no reconhecimento do seu próprio eu. Os trabalhos pioneiros de S. Freud sobre a histeria abriram o caminho para uma nova ciência da mente e do comportamento.

O homem começa a se reconhecer como uma entidade individual, social, planetária e cósmica a partir dessas novas visões de cognição, da mente e do comportamento, e do cosmos.

A civilização ocidental tem privilegiado o existencial e o factível e construído sistemas de conhecimento visando sua sobrevivência. Criaram as intermediações que deram origem às ciências e à conseqüente tecnologia. Mas, paradoxalmente, a sobrevivência do indivíduo e da espécie, representada pelo triângulo da vida, se sente ameaçada justamente pelas intermediações criadas pela espécie.

As próprias ciências e a tecnologia, que hoje é chamada tecnociência, criaram os instrumentos que possibilitam antever o perigo de extinção da espécie. A alternativa de uma espécie modificada, que tem sido contemplada na ficção, é hoje uma possibilidade.

Pergunta-se por que esse roteiro na busca do conhecimento ocidental chegou a perspectivas tão assustadoras? Pura e simplesmente, porque o caminho da humanidade não tem tido sucesso? As próprias ciências reconhecem sua insuficiência para responder a essas questões básicas e para encontrar um novo caminho.

⁴ Para uma síntese ver o verbete **Foundations of Mathematics** no excelente *Encyclopedic Dictionary of Mathematics*, by the Mathematical Society of Japan, edited by Shôkichi Iyanaga and Yukiyo Kawada, translation reviewed by Kenneth. O. May, The MIT Press, Cambridge, 1980; p.549.

⁵ Para uma síntese ver o verbete **quantum** no *Dictionary of the History of Science* ed. W. F. Bynum, E.J. Browne, Roy Porter, Princeton University Press, Princeton, 1984.

Vamos encontrar, metaforicamente, essa conclusão num dos mais importantes resultados científicos desse século, mais uma vez, justamente na ciência que, como dissemos acima, tem sido apontada como a representante por excelência do racionalismo ocidental, a matemática. Kurt Gödel mostrou, em 1931, que é impossível provar a consistência de um sistema formal utilizando somente argumentos que podem ser formalizados no sistema.⁶ É necessária a busca de outros caminhos. O que teria causado o desvio de uma promessa de grandes realizações para a ameaça de extinção?

A busca de sobrevivência, existente em todas as espécies vivas, com o homem se dá com intermediações, que conduzem naturalmente à busca de explicações que resultam das possibilidades dessas intermediações. Ir além do presente, do imediato, e buscar explicações e a superação do momento, da própria existência, é a transcendência, característica da espécie humana. Sobreviver se dá no presente, que é a interface de passado e futuro. Transcender é mergulhar no passado e incursionar no futuro. Daí se originam os sistemas de explicação -- história e as religiões -- e os sistemas de divinação e de predição -- os oráculos e as ciências. Tudo se integra nas religiões e nas ciências, que transcendem tempo, e nas comunicações e nas artes, que transcendem tempo e espaço. Obviamente, transcender tempo e espaço são complementares. Portanto, as comunicações, as religiões, as artes e as ciências, que representam estilos de conhecimento, andam juntas, não se separam. Basta um olhar para a evolução da humanidade para se convencer que esses estilos de conhecimento têm sempre se alimentado mutuamente. A filosofia moderna tentou situar essa totalidade em setores específicos do cérebro que cuidam do sensorial, do místico, do emocional, do intuitivo e do racional!

Para realizar as conexões com a natureza e com o outro, o indivíduo gera conhecimento. O indivíduo e o outro são sempre diferentes, e portanto, a sociedade é constituída de indivíduos todos diferentes. A diferença resulta em contradições e conflitos. Contradições e conflitos são intrínsecos à existência. As emoções que daí resultam e as tentativas de eliminar ou mesmo resolver esses conflitos podem conduzir à arrogância, à inveja e à prepotência. Não se trata de acabar, mas sim equilibrar os conflitos e as contradições, respeitando as diferenças.

Em vista da essencialidade, o relacionamento do indivíduo com os fatos da natureza, vivos e não vivos, inclusive com o outro, significa a **inconclusão** de cada indivíduo.

Criatividade

O ser/indivíduo humano é o único que tem consciência da sua inconclusão, que se manifesta na essencialidade do outro na sua busca de sobreviver e de transcender, e busca transcender sua inconclusão através da utilização de fatos (artefatos e mentefatos) e da criação de novos fatos (artefatos e mentefatos).

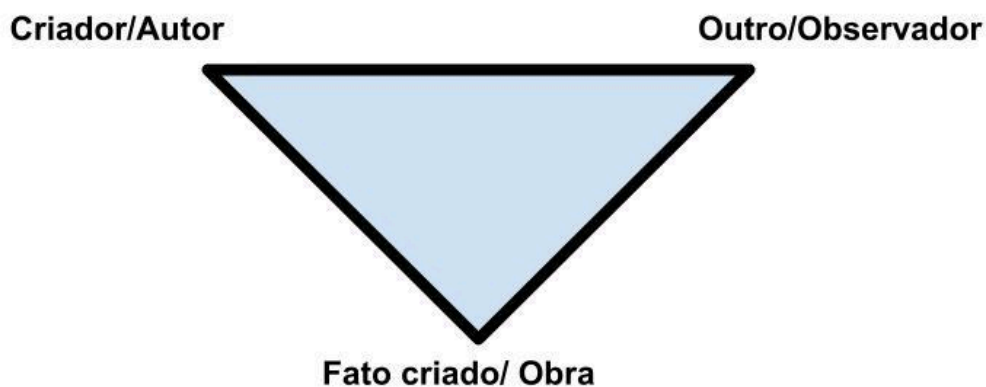
⁶ *op.cit.* em Nota 2, p.550.

O indivíduo, como criador/autor, tem sua obra, que é o fato novo, realizado somente através do outro, agora, como observador. A obra, isto é, o fato novo criado pelo indivíduo, é, portanto, inconclusa. Sua existência depende do criador e igualmente do observador, do outro, numa relação de essencialidade.

O outro (observador) não se resume apenas no próximo e no parecido. Inclui também o distante e o diferente. Os fatos criados são, assim, coletivizados e organizados como **cultura**.

Criatividade é a capacidade do ser humano de realizar essas conexões. O resultado da criatividade são novos fatos, a obra, que se incorporam à realidade, alguns acessíveis a outros pela comunicação (artefatos) e outros acessíveis somente quando reificados (mentefatos).

Recorremos a um recurso gráfico semelhante ao triângulo da vida, no qual as conexões são relações de essencialidade.



Mais uma vez, a importância está nos três componentes e nas relações entre eles. A metáfora do triângulo é conveniente, pois, como todos sabem, os seis elementos são essenciais na definição de um triângulo.

Por que realizar essas conexões? Simplesmente por ser humano. Não se pode ser humano sem ser criativo.

O busílis é como realizar essas conexões.

Embora seja verdade em todas as manifestações do conhecimento que a realização das conexões exige alguma disciplina comunicativa, isso é mais presente na música e na matemática.

A metodologia de pesquisa mais adotada tem sido os depoimentos de indivíduos. Por razões óbvias, tem sido dada maior atenção a indivíduos que mostram certo tipo de genialidade. Isto é, aqueles para os quais a conexão

FATO CRIADO/OBRA — OUTRO/OBSERVADOR

se manifesta mais fortemente.

Um projeto intitulado "How Mathematicians Work" [Como os matemáticos trabalham?] foi conduzido pelo IMA: Institute of Mathematics and its Applications, da Inglaterra. A pesquisa foi baseada em algumas questões que são, basicamente, as seguintes:

1. Somos capazes de medir criatividade matemática?
2. São os criativos matemáticos diferentes de outros criativos?
3. Que papéis têm verdade e erro nas práticas matemáticas?
4. A matemática é vista pelos que a praticam como uma técnica, uma arte, ou algo sui generis?
5. Podem aspectos cognitivos e afetivos da matemática serem ensinados ou são simplesmente aprendidos? E quais são esses aspectos?
6. Que assistência pode-se esperar na criação, aprendizado e aplicações da matemática?
7. Por que alguém decide ser matemático?
8. A matemática é produzida individualmente ou socialmente?
9. As medidas dessa produção diferem de outras medidas de produção? Como?
10. É possível aquilatar a qualidade dessa produção? Como?

Essas dez perguntas constituem, em si, um importante projeto de pesquisa, que pode ser conduzido em diversos ambientes e tratando das disciplinas mais diversas.

Uma das melhores reflexões que conheço sobre o que é criatividade matemática está na entrevista que Ennio De Giorgi, um dos grandes matemáticos do século, concedeu a Michelle Emmer poucos meses antes de sua morte, em 1996. Nessa entrevista, De Giorgi diz "Eu penso que a origem da criatividade em todos os campos é aquilo que eu chamo a capacidade ou disposição de sonhar: imaginar mundos diferentes, coisas diferentes, e procurar combiná-los de várias maneiras. A essa habilidade — muito semelhante em todas as disciplinas — você deve acrescentar a habilidade de comunicar esses sonhos sem ambiguidade, o que requer conhecimento da linguagem e das regras internas a cada disciplina."⁷

Isso me traz à lembrança uma entrevista recente de Dorival Caymmi. Ao comentar sobre um convite que lhe foi feito para escrever um manual sobre a arte de compor, ele disse que sua resposta havia sido "Não sei música, não aprendi música e, terceiro, não me deixaram

⁷ Michele Emmer: Interview with Ennio De Giorgi, *Notices of the AMS*, vol. 44, n° 9, October 1997, pp. 1097-1101.

aprender música. E talvez um quarto. Fui proibido de aprender música. Aí achei graça e achei que estava certo. Fui proibido porque diziam 'Se você aprender música perde esse espontâneo do que você cria' ".

Congresso Internacional de Naturologia Aplicada

A universidade como ambiente privilegiado para o encontro das ciências e das tradições⁸

Em 1986, realizou-se, em Veneza, o Primeiro Fórum de Ciência e Cultura da UNESCO focalizando o encontro das ciências e das tradições. Pensadores de várias especialidades vindos de várias partes do mundo se reuniram para debater o estado do conhecimento face à efetiva globalização do planeta. Todos os povos pensados como a mesma espécie humana e todas as culturas pensadas como integrando uma civilização planetária exigem um novo pensar e um novo relacionamento de saberes e de fazeres que, muitas vezes, se manifestam diferentemente. Se na era colonial havia entre saberes e fazeres uma relação de prepotência e de marginalização e mesmo rejeição de formas de conhecimento próprias dos povos conquistados, as novas relações internacionais e intenção de recuperar a dignidade cultural de todos os povos, manifesta na Declaração dos Direitos do Homem, exige o diálogo intercultural e interdisciplinar como passos essenciais para a humanidade transcultural e o conhecimento transdisciplinar.

A transculturalidade e a transdisciplinaridade se mostram como possibilidades de sobrevivência, com dignidade, da espécie ameaçada. Mas elas necessitam de um ambiente para prosperar. Que ambiente será esse?

As lições da história

Desde os tempos pré-históricos, tem-se notado que os homens buscam um espaço de intercâmbio de ideias e de difusão do conhecimento acumulado.

É curiosa a descrição que o arquiteto romano Marcus Vitruvius Pollio faz, no século I a.C., da origem da conversação: "Os homens de antigamente eram nascidos como bestas selvagens, nas florestas, cavernas, e grotas, e viviam selvagememente. Com o passar do tempo, as árvores densas em um certo lugar, arrancadas por tempestades e ventos, e esfregando seus galhos um contra o outro, pegaram fogo, e assim os habitantes do lugar fugiram, aterrorizados pelas chamas furiosas. Depois que ela se acalmou, eles se aproximaram, e observando que se sentiam muito confortáveis estando frente ao fogo, acrescentaram a ele galhos e, assim avivado, ele atraiu outras pessoas para seu redor, mostrando quanto conforto elas poderiam obter dele. Nesse encontro dos homens, num tempo em que os sons emitidos eram puramente individuais, dos hábitos diários eles se fixaram em palavras articuladas à medida que elas iam chegando; então, indicando por nome as coisas de uso comum, o resultado foi que deste modo puramente aleatório eles começaram a falar, e assim se originou a

⁸ Conferência de Abertura do Primeiro Congresso Internacional de Naturologia Aplicada, Florianópolis, 24 a 27 de novembro de 1998.

conversação de um com o outro. Portanto, foi a descoberta do fogo que originalmente deu origem ao encontro dos homens, às assembleias deliberativas, e ao relacionamento social." ⁹

Ao ar livre ou nas cavernas, nas conversas ao pé do fogo, nas famílias e nas assembleias, nas academias e nas escolas, inicia-se a organização e a difusão de conhecimentos que foram gerados por cada indivíduo através do processamento de informações recebidas da realidade combinadas com informações prévias armazenadas na memória. Como se dá esse processamento? Ninguém sabe.

Essa é uma das questões que vêm sendo abordadas com grande intensidade por pesquisadores de várias especialidades. Embora haja concordância que a linguagem teve um papel fundamental no desenvolvimento das capacidades cognitivas do homem, o silêncio tem se revelado uma importante estratégia na elaboração do conhecimento. Particularmente, o silêncio em companhia de outros. Não vou abordar esse aspecto da elaboração do conhecimento, mas falar dos ambientes reconhecidos como academias e variantes. A ideia vem do grego. Platão transmitia suas ideias num local onde teria sido sepultado o herói mitológico Academo. Etimologicamente, seu nome significa "o que age independentemente do povo". Hoje, nos referimos genericamente a academias da Grécia Antiga como os locais em que filósofos transmitiam seus conhecimentos. É inegável o caráter elitista desses espaços.

Com a adoção do Cristianismo pelo Império Romano no século IV, criou-se um espaço, igualmente elitista, para as reflexões filosóficas. Esses espaços eram chamados mosteiros, palavra derivada do grego cujo significado é viver só, isolado. O objetivo dos mosteiros era a construção da doutrina cristã e a sua fundamentação filosófica. O conhecimento era construído com essa finalidade.

O imaginário sobre o qual repousavam essas reflexões era extremamente rico. Esse espaço privilegiado era subordinado à Igreja. Obviamente, era necessário depurar as fontes sobre as quais estava sendo construído o conhecimento cristão. Nessa depuração, excluiu-se todo o complexo filosófico grego. Os monges detinham esse conhecimento e sua difusão se fazia através de filtros convenientes à Igreja.

Sabe-se pouco do que se passava com a intelectualidade de outras civilizações, quais eram os ambientes privilegiados para essas reflexões e geração, organização e difusão do conhecimento. São interessantíssimas as argumentações na China.¹⁰

⁹ Vitruvius. *The Ten Books on Architecture*, transl. Morris Hicky Morgan (1914), Dover Publications Inc., New York, 1960; p. 38.

¹⁰ Ver A.C. Graham: *Disputers of the Tao. Philosophical Argument in Ancient China*, Open Court, La Salle, 1989.

Com as cruzadas, os monges tomam conhecimento de outros conhecimentos, essencialmente a filosofia grega traduzida, aprimorada e elaborada pela intelectualidade muçulmana. Era evidente a possibilidade de reconciliação da filosofia cristã com a filosofia grega. Tornava-se necessário o encontro "cauteloso" dos intelectuais cristãos, na sua quase totalidade, monges, com intelectuais hereges. Criou-se, assim, um espaço no qual esses hereges podiam professar seu conhecimento para benefício dos monges, sem macular o ambiente sagrado e restrito dos mosteiros. Esse espaço eram as universidades, cuja palavra, agora latina, significa inteiro, todo. As primeiras universidades, Bologna e Paris, vão surgindo. E, pouco depois, a Igreja assume o controle desses espaços de reflexão sobre o todo. Outras universidades vão surgindo.

A universidade medieval concentra seus estudos na filosofia e nas explicações sobre fenômenos.

A figura maior de Thomas de Aquino (1225-1274) praticamente fecha um esforço de se construir uma teologia cristã.

A partir das reflexões de Aristóteles, reconduzido à academia graças a Avicena (980-1037), Averroes (1126-1198) e outros pensadores islâmicos, explicar o movimento torna-se o foco das universidades medievais. O próprio Thomas de Aquino dedicou-se a isso. Roger Bacon (ca 1219-1292) ao afirmar que "nada de muita importância pode ser conhecido das ciências sem matemática" abre as possibilidades para a fundamental contribuição dos monges cientistas.

A afirmação de Aristóteles que quando mais pesado o corpo, maior sua velocidade de queda passou por contestações. São importantíssimos os estudos de Thomas Bradwardine (ca 1290-26/08/1349) e de seus colegas no Merton College (William Heytesbury, Richard Swineshead, John Dumbleton et al).

A Lei de Bradwardine nos fala da relação entre força e resistência à velocidade na produção do movimento: $F_2/R_2 = (F_1/R_1)V_2/V_1$

Segundo Anneliese Maier, "Bradwardine queria ter escrito um *Philosophia naturalis principia mathematica* do seu século".

Da Escola de Merton, saem alguns conceitos fundamentais:

movimento uniforme: quando o corpo percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais;

aceleração uniforme: quando um corpo adquire iguais aumentos de velocidade em intervalos de tempo iguais, grandes ou pequenos;

Teorema da velocidade média, a mais importante contribuição medieval para a história da física (Edward Grant: *Physical Science in the Middle Ages*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1971): Seja S espaço percorrido V_f velocidade final, t tempo de aceleração. Então $S = \frac{1}{2} V_f \cdot t$. Como a velocidade é uniformemente acelerada, $V_f = a \cdot t$, portanto $S = \frac{1}{2} a \cdot t^2$.

Isso preparou as importantes observações do português Alvaro Thomas (1509) na Universidade de Coimbra, que seriam retomadas por Galileo Galilei no *Discurso sobre Duas Novas Ciências* (1638): todos os corpos de qualquer dimensão e composição material caem com igual velocidade no vácuo.

Segundo o medievalista E. Grant, a grande importância de Galileo foi reunir todos os conceitos, definições, teoremas e corolários e organizá-los num todo lógico e ordenado que aplicou ao movimento de corpos.

Estava preparado o terreno para a busca de explicações para o mais fundamental dos fenômenos, o movimento. Incluídos nessas reflexões estavam as noções de espaço e tempo.

Cabe a Isaac NEWTON (1642-1726) sintetizar essas ideias e escrever, enquanto na Universidade de Cambridge, a obra que marca o início da ciência moderna, *Philosophia naturalis principia mathematica* (1687).

Surge, assim, aquilo que passou a ser reconhecido como o **paradigma científico**, baseado no princípio de causa e efeito regulados por leis universais.

Com os tempos modernos, caracterizados pela adoção do paradigma científico em todas as áreas do saber e do fazer, e procedeu-se a identificação do ser humano com o ser racional e do ser racional com o ser científico.

As dimensões mística, sensorial, intuitiva e emocional foram subordinadas à dimensão racional. O comportamento individual e social foi subordinado ao paradigma que proclamou-se ser a essência do ser humano.

A transmissão e difusão desse pensar caracterizou a evolução da universidade a partir de então.

O mundo é muito maior que a Europa e seus prolongamentos em outras terras. O que se passava no pensar de outras civilizações? Como se desenvolveram os ambientes de reflexão e desenvolvimento de técnicas e artes de explicar, de conhecer e de fazer em diferentes ambientes culturais?¹¹

Sabemos muito pouco sobre o que seriam os equivalentes a universidades em outras culturas e civilizações.

¹¹ O estudo das artes e técnicas (*ticas*) de explicar, de conhecer e de fazer (*matema*) em diferentes ambientes naturais e culturais (*etnos*) constitui a meta do programa etno-matema-tica. Ver Ubiratan D'Ambrosio: *Etnomatemática*, Editora Ática, São Paulo, 1990.

A história das universidades europeias na "Idade da Razão"¹² é conhecida. A criação das *Grandes Écoles* na França Napoleônica, dos *Land Grant Colleges* nos Estados Unidos e a reestruturação da Universidade de Berlim vieram dar os modelos que se associaram para formar a universidade de hoje, praticamente a mesma em todo o mundo. Fundamentalmente organizada a partir das disciplinas, praticando uma multidisciplinaridade e com grande dificuldade se aventurando na interdisciplinaridade.

Esse modelo está se esgotando. Há uma busca intensa de universidades alternativas.¹³

Mas a própria universidade convencional busca novos caminhos.¹⁴

Não tenho dúvidas que o repensar a universidade convencional que começa a ganhar intensidade abraçará o pensar transdisciplinar. Como foi em outros tempos, a universidade é o espaço privilegiado para esse novo pensar.

Ao mesmo tempo, paradoxalmente e como foi em outros tempos, a universidade tem sido o baluarte de resistência ao novo pensar. Possivelmente, sem encontrar essa resistência, o novo pensar seria não mais que uma ilusão de ser novo.

¹² Talvez nada mais revelador da arrogância do pensamento atual é chamar os últimos 300 anos de Era da Razão!

¹³ É de grande importância no Brasil a Universidade Holística Internacional, iniciada em Brasília em 1987 e com campi por inúmeras regiões do país. Destaca-se também a Universidade da Paz, na Costa Rica, e a Universidade das Nações Unidas, com sede em Tokyo. Deve-se mencionar as universidades virtuais. Destaco a UVLA: Universidade Virtual Latino-americana, operada a partir de Lund, na Suécia [<http://www.idc.lu.se/latinam/uvla/uvla1.htm>].

¹⁴ Ver o interessantíssimo editorial de Michael S. Gazzaniga: How to Change the University, *Science*, vol.282, 9 October 1998, p. 237.

Congresso Internacional sobre Superdotação

Diferentes Formas de Saber e a Transdisciplinaridade¹⁵

O princípio essencial é restabelecer a integridade do homem e do conhecimento, integrando sensorial + místico + emocional + intuitivo + racional na totalidade mente + corpo + cosmos.

A essência da proposta **transdisciplinar** parte de um reconhecimento que a atual proliferação das disciplinas e especialidades acadêmicas e não-acadêmicas conduz a um crescimento incontestável do poder associado aos detentores desses conhecimentos fragmentados, podendo assim agravar a crescente iniquidade entre indivíduos, comunidades, nações e países. Além disso, o conhecimento fragmentado dificilmente poderá dar a seus detentores a capacidade de reconhecer e enfrentar os problemas e situações novas que emergem de um mundo a cuja complexidade natural acrescenta-se a complexidade resultante da transformação desse conhecimento em ação que, sobretudo através da tecnologia, incorpora fatos novos à realidade.

A transdisciplinaridade não constitui uma nova filosofia, nem uma nova metafísica, nem uma ciência das ciências e muito menos uma nova postura religiosa. Nem é, como muitos insistem em mostrá-la, um modismo. A transdisciplinaridade reside numa postura de reconhecimento que não há espaço e tempo culturais privilegiados que permitam julgar e hierarquizar como mais correto, ou mais certo ou mais verdadeiro, os complexos de explicação e de convivência com a realidade que nos cerca. A transdisciplinaridade repousa sobre uma atitude aberta, de respeito mútuo e mesmo humildade, com relação a mitos, religiões e sistemas de explicações e conhecimentos, rejeitando qualquer tipo de arrogância e prepotência. A transdisciplinaridade é, na sua essência, transcultural. Exige a participação de todos, vindo de todas as regiões do planeta, das mais diversas tradições culturais e de distintas formações e experiências profissionais.

Essas ideias surgiram como resultado da esperança que poder, prepotência, ganância, inveja, avareza, arrogância, violência, indiferença e outras tantas mazelas deixem de ser na humanidade do futuro.

Vida

Ao longo da sua história o homo sapiens sapiens tem acumulado meios de sobrevivência e de transcendência, que constituem o acervo de conhecimentos da humanidade. Esses se manifestam como modos de fazer e sistemas de explicações e que respondem a necessidades e indagações sobre os fatos básicos da realidade: o **indivíduo**, o **"outro"/sociedade** e a **natureza** (imediata, planetária e cósmica). Meu ponto de partida é

¹⁵ Conferência de abertura no Congresso Internacional sobre Superdotação, MEC, Brasília, 26-28/08/98.

assumir a essencialidade mútua desses fatos. O fenômeno vida é resultado da sua integralidade representada no "triângulo da vida": **indivíduo/natureza/sociedade**.



A interrupção de qualquer dessas conexões interrompe a vida.

A essencialidade se manifesta nessas conexões necessárias para o fenômeno vida:

indivíduo **e** realidade **para** sobrevivência do indivíduo

indivíduo **e** outro/sociedade **para** continuidade da espécie

sociedade **e** natureza **para** sobrevivência da espécie

Os mecanismos fisiológicos e ecológicos são a resposta das várias espécies à resolução dessas relações presentes no triângulo da vida. Como já disse, a quebra de qualquer dessas relações interrompe a vida. E nenhum existe sem os outros. Talvez a natureza possa continuar sem a nossa espécie. Mas será a mesma?¹⁶

Com o aparecimento da espécie humana surgiram intermediações entre esses fatos:

instrumentos e tecnologia **entre** indivíduos e natureza

emoções e cultura **entre** indivíduo e outro/sociedade

produção e divisão de trabalho **entre** sociedade e natureza

Um postulado preliminar:

o indivíduo e o outro são sempre diferentes e, portanto, a sociedade é constituída de indivíduos todos diferentes, e as emoções resultam dessas diferenças.

Conhecimento

A resolução das intermediações se dá pela comunicação e pelo conhecimento. O conhecimento, assim conceituado, tem várias dimensões: sensorial, intuitiva, emocional, mística, racional.

¹⁶ O gorila mestre Ismael tem, na parede do seu escritório, um quadro com a pergunta "Com o fim da humanidade haverá esperança para o gorila?" e no reverso a pergunta "Com o fim do gorila haverá esperança para a humanidade?". Veja a bela fábula de Daniel Quinn: *Ismael. Um Romance sobre a Condição Humana*. Editora Fundação Peirópolis, São Paulo, 1998.

O conhecimento que se desenvolveu a partir das culturas mediterrâneas se caracteriza por ter aprofundado uma percepção do cosmos, do planeta e da natureza que vê os seres humanos como uma espécie privilegiada. Esse conhecimento acarreta um comportamento ditado por privilégios.

Ao longo da história, o conhecimento originado nas culturas mediterrâneas foi, gradativamente, eliminando as dimensões sensorial, intuitiva, emocional e mística. Impôs-se, como a característica por excelência do ser humano, a sua dimensão racional. O conhecimento com maior ênfase no intuitivo foi identificado com as artes, o místico e o emocional com as religiões e o sensorial com empirismo e suas conotações negativas. Os vários corpus de conhecimento, estruturados segundo a dimensão racional, passaram a ser denominados ciência, que acabou sendo identificada com conhecimento. As demais dimensões comparecem no que são chamadas as tradições.

O flanco vulnerável da racionalidade científica foi exposto de forma mais flagrante justamente pela ciência identificada como o padrão dessa racionalidade, que é a matemática. Na busca de se procurar fundamentar o conhecimento matemático e a sua geração, na transição do século XIX para o século XX, o intuicionismo de L. E. J. Brower, proposto em 1906, contrapõe-se ao logicismo de Bertrand Russell e ao formalismo de David Hilbert, rejeitando justamente o *tertium non datur* (lei do terceiro excluído), sobre o qual se funda grande parte do pensamento matemático.¹⁷ Uma nova ciência da cognição começou, então, a se delinear.

Igualmente atingida foi a visão de um universo newtoniano com o surgimento das mecânicas quântica e relativística, a partir de Max Planck e Albert Einstein e com as formulações de Niels Bohr e Werner Heisenberg.¹⁸ Fundamentalmente atingido foi a percepção de uma realidade determinista e a linearidade nela implícita, obedecendo relações de causa-efeito. Abriu-se assim o caminho para as teorias geral dos sistemas e teorias do caos e da complexidade e para uma nova visão do universo.

Não menos atingida foi a visão de homem, com a percepção da essencialidade do outro no reconhecimento do seu próprio eu. Os trabalhos pioneiros de S. Freud sobre a histeria abriram o caminho para uma nova ciência da mente e do comportamento.

A partir dessas novas visões de cognição, da mente e do comportamento, e do cosmos o homem começa a se reconhecer como uma entidade individual, social, planetária e cósmica.

¹⁷ Para uma síntese ver o verbete **Foundations of Mathematics** no excelente *Encyclopedic Dictionary of Mathematics*, by the Mathematical Society of Japan, edited by Shôkichi Iyanaga and Yukiyoji Kawada, translation reviewed by Kenneth. O. May, The MIT Press, Cambridge, 1980; p.549.

¹⁸ Para uma síntese ver o verbete **quantum** no *Dictionary of the History of Science* ed. W.F. Bynum, E. J. Browne, Roy Porter. Princeton University Press, Princeton, 1984.

A civilização ocidental tem privilegiado o existencial e o factível e construído sistemas de conhecimento visando sua sobrevivência. São as ciências e a consequente tecnologia. Mas, paradoxalmente, a sobrevivência do indivíduo e da espécie, representada pelo triângulo da vida, se sente ameaçada justamente pelas intermediações criadas pela espécie.

O desenvolvimento das ciências e da tecnologia, dando origem ao que hoje se chama tecnociência, levam à percepção de uma possibilidade de extinção da espécie. A alternativa de uma espécie modificada, que tem sido contemplada na ficção, é hoje realizável.

Pergunta-se porque esse roteiro na busca do conhecimento ocidental chegou a perspectivas tão assustadoras? Pura e simplesmente, porque o caminho da humanidade não tem tido sucesso? As próprias ciências reconhecem sua insuficiência para responder a essas questões básicas e para encontrar um novo caminho.

Vamos encontrar, metaforicamente, essa conclusão num dos mais importantes resultados científicos desse século, mais uma vez justamente na ciência que, como dissemos acima, tem sido apontada como a representante por excelência do racionalismo ocidental, a matemática. Kurt Gödel mostrou em 1931 que é impossível provar a consistência de um sistema formal utilizando somente argumentos que podem ser formalizados no sistema.¹⁹ É necessária a busca de outros caminhos. O que teria causado o desvio de uma promessa de grandes realizações para a ameaça de extinção?

Das disciplinas à transdisciplinaridade

É na história do conhecimento que vamos identificar as distorções e os novos caminhos possíveis. Obviamente, essa história não pode se restringir a uma visão parcial, epistemologicamente comprometida. Torna-se assim necessário o diálogo que começa a se abrir entre as ciências e as tradições.

A primeira lição que aprendemos da história é que a busca de sobreviver se complementa com a busca de transcender o existencial (passado e futuro) e o factível (explicável e inexplicável). A busca de compreensão do mundo na sua integralidade exige que as dimensões de **sobrevivência** e de **transcendência** se complementem.

A organização atual dos diversos *corpus* de conhecimento repousa nas *disciplinas*, caracterizadas pelo desenvolvimento de métodos específicos para conhecer objetos de estudo bem definidos.

Rapidamente o conhecimento disciplinar mostrou-se insuficiente para lidar com os complexos fenômenos da realidade e pratica-se um modelo **multidisciplinar**, no qual se procura reunir resultados obtidos mediante o enfoque disciplinar para lidar com situações

¹⁹ *op.cit.* em Nota 2, p. 550.

mais complexas. Igualmente, o enfoque multidisciplinar foi incapaz de explicar e de lidar com o crescente reconhecimento da complexidade dos fenômenos naturais e sociais.

É curioso notar que a partir de uma visão global dos fenômenos foi proposta a organização disciplinar dos conhecimentos e imediatamente a multidisciplinar. Esse próprio enfoque criou a possibilidade de se reconhecer a complexidade dos fenômenos, que resistiam aos métodos das várias disciplinas isoladamente.

Surge então a **interdisciplinaridade**, na qual não apenas se transferem e se combinam resultados de algumas disciplinas, mas também se combinam métodos de várias disciplinas e, conseqüentemente, se identificam novos objetos de estudo.

Chega-se assim a possibilidades de explicações de inúmeros fenômenos e de realizações notáveis. Os espantosos avanços das ciências e da tecnologia, produto da interdisciplinaridade, dão ao homem a ilusão de onipotência e de onisciência.

Há limites para o conhecimento? Haverá a possibilidade de um sistema total de conhecimento ou, como costumam dizer os físicos, de uma teoria de tudo?

Mas mesmo na prática interdisciplinar, que hoje, com raras exceções, está presente na pesquisa científica, e que procura explicações finais, não se supera a angústia da ameaça de extinção que pesa sobre a humanidade.

Haverá a possibilidade de outras opções além da interdisciplinaridade. Não se pode excluir a possibilidade de outros sistemas de conhecimento, nos quais não tenha se dado uma fragmentação do saber tão rígida quanto como no sistema de conhecimento ocidental, poderem contribuir para a superação desse impasse existencial. Esses sistemas de conhecimento, supérstites em algumas sociedades, muitos desfigurados, outros aprimorados pela exposição com a civilização ocidental, encontram-se nas tradições.

Do encontro das ciências e das tradições resultam transformações profundas dos sistemas de explicações. Essas transformações têm sido notadas no desenvolvimento científico e tecnológico, nos sistemas de comunicação e de transporte, nos meios de produção e no próprio conceito de propriedade. Um questionamento frequente se refere à universalidade dessas transformações. Há indicadores que esse encontro é efetivamente um movimento planetário, prenúncio de uma civilização planetária.

O conhecimento é então encarado como modos, estilos, técnicas de explicar, de conhecer, de lidar com a realidade como ela se manifesta em distintos ambientes naturais e culturais. Obviamente, esses modos, estilos e técnicas não se realizam no modelo disciplinar, nem mesmo nos seus variantes da multidisciplinaridade e da interdisciplinaridade. Exigem uma visão transdisciplinar do conhecimento.²⁰

²⁰ Ubiratan D'Ambrosio; *Transdisciplinaridade*. Editora Palas Athena, São Paulo, 1997.

A **transdisciplinaridade** leva o indivíduo a tomar consciência da essencialidade do outro e da sua inserção na realidade social, natural e planetária, e cósmica. Uma consequência imediata da essencialidade é que a inserção só pode se dar através de um relacionamento de respeito, solidariedade e cooperação com o outro, consequentemente com a sociedade, com a natureza e com o planeta, todos e tudo integrados na realidade cósmica. Esse é o despertar da consciência na aquisição do conhecimento. A grande transformação pela qual passa a humanidade é o encontro do conhecimento e da consciência.

A angústia existencial e a ética no mundo moderno

Modismos sempre refletem a busca de alternativas sociais para corrigir os desvios da sociedade. Na sociedade atual esses desvios refletem o acúmulo de algumas importantes eras da história mais recente: o colonialismo (degradação do homem), o imperialismo (subordinação de culturas) e o capitalismo (uso abusivo e destrutivo de recursos humanos e naturais). Os modismos se baseiam nos sistemas de explicações parciais e dominantes no momento, e são, portanto, sistemas que resultam de um modelo cultural e científico, na verdade de um modelo de conhecimento, que se construiu justamente para justificar os desmandos das eras colonialista, imperialista e capitalista.

Deve-se notar que a globalização do planeta se inicia com as grandes navegações. Não é de se estranhar que esse momento é, na verdade, o início do que se convencionou chamar "o mundo moderno": ciência moderna (Descartes e Newton), comportamento moderno (Descartes e Spinoza), monetarismo e mercado modernos (Copérnico) e colonialismo moderno. Essas mesmas manifestações do moderno criaram setores de conhecimento cujo objetivo é justificar as ações. Surgiram epistemologias convenientes para justificar as ciências, sistemas filosóficos para justificar o comportamento, economia para justificar as operações associadas à produção e ao mercado, e história para justificar o colonialismo.

Ao longo da sua história, o homem tem procurado explicações sobre **quem é** -- e tem se acreditado o favorito de algum deus -- sobre **o que é** -- e tem se acreditado um sistema complexo de músculos, ossos, nervos e humores -- sobre **como é** -- e tem se acreditado uma anatomia com vontade -- e sobretudo **quanto pode** -- tem se acreditado sem limitações à sua vontade e ambição. Na procura de entender quem é, o que é, como é, o homem construiu história, religião, ciência, arte. E na explicação do quanto pode, concebe o poder. Essas explicações determinam a construção de modos de comportamento e de modos de conhecimento.

A grande **angústia existencial** do ser humano pode ser sintetizada no reconhecimento de sua impossibilidade de saber quem é, o que é, como é, e quanto pode.

As violações da dignidade humana, que chegam até a eliminação de indivíduos, mostram o risco de inviabilidade de uma sociedade equitativa e possibilitam uma agressividade desmesurada contra a natureza. Distorções na maneira como o homem tem se acreditado

tem induzido a poder, prepotência, ganância, inveja, avareza, arrogância, indiferença. Mas jamais se tentou encarar o busílis da questão: a própria questão do conhecimento, convenientemente fragmentado em disciplinas para justificar -- desencorajando crítica -- nossas ações em cada setor e procurar revestir aquilo no naquilo que se acredita, do caráter de verdade absoluta.

Acho que quem melhor descreveu as causas dessa situação foi Sri Aurobindo, quando disse:

"Para a filosofia ocidental uma crença intelectual fixa é a parte mais importante de um culto, é a essência de seu significado e o que o distingue dos outros. Assim são que as crenças formuladas fazem verdadeira ou falsa uma religião [uma teoria, uma filosofia, uma ciência], de acordo com sua concordância ou não com o credo de seus críticos." (Sri Aurobindo, 1872-1950).

Se atentarmos para o conhecimento associado a esse comportamento, notamos a inexistência de uma ética maior. O conhecimento progride sem uma ética maior, que deveria reconhecer o valor intrínseco do indivíduo -- **vale simplesmente porque é, não pelo como é** -- da necessidade absoluta do outro -- **sem quem se decreta a extinção da espécie** -- e da sua integração no cosmos -- **como parte essencial de um todo**.

Restabelecer essa ética me parece prioritário e é isso o que eu proponho na

ÉTICA DA DIVERSIDADE:

1. RESPEITO PELO OUTRO COM TODAS AS SUAS DIFERENÇAS;
2. SOLIDARIEDADE COM O OUTRO NA SATISFAÇÃO DE NECESSIDADES DE SOBREVIVÊNCIA E DE TRANSCENDÊNCIA;
3. COOPERAÇÃO COM O OUTRO NA PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO NATURAL E CULTURAL COMUM.

Justificam-se alguns comentários. O respeito que proponho não é por ter "modelado" o outro ao que me agrada, não é porque ele me espelha, não é porque eu o converti. Tudo o que mais tem nos chocado no comportamento do indivíduo e da sociedade é uma violação de 1. Desde a educação castradora, magnificamente dramatizada por Anthony Burgess/Stamley Kubrick no *Laranja Mecânica* (1971), até a desejada e procurada manipulação genética de seres humanos, já realizada com espécies muito próximas à nossa e mostrada tão bem por Ridley Scott no *Caçador de Andróides* (1982), se busca o respeito transformação do outro, pela produção de um outro. Aceita-se o outro desde que tenha se convertido -- e daí a origem das grandes violências de natureza religiosa e gremial.

A solidariedade com o outro não se manifesta apenas na satisfação de necessidades materiais. Não basta dar o pão, é necessário também dar o ombro para o outro chorar, ou dançar e cantar nas necessidades emocionais. Comer, mas comer junto, comungar. Daí todo

o sentido da eucaristia e de outras formas de agradecimento/sacrifício, como a comida de santo depois do culto do candomblé. Não é para saciar a fome.

A cooperação no sentido amplo é que deu origem ao *homo faber*: uma pedra lascada ou uma alavanca são modelos de cooperação homem-natureza. Com o alimentar-se se dá o mesmo. Uma vida -- planta ou animal -- se extingue para que a outra continue. A própria vida é intrinsecamente cooperativa: uma célula é destruída para a sobrevivência da outra. Vida só é possível porque há cooperação no sentido mais amplo. Claro, isso tem profunda influência nos nossos modelos de comportamento.

A Ética da Diversidade é o que considero uma ética maior. Vão perguntar: mas e os credos, onde está Deus, Cristo, Maomé, Buda, e tantos outros. Sem dúvida, na história da humanidade a religião tem sido, juntamente com a arte, um dos caminhos favoritos para a transcendência. Mas algo mais move o homem na busca de sobrevivência e de transcendência, que são a essência da sua existência e de seu comportamento. Aquilo que, ainda com pouca precisão, começa a se chamar consciência.²¹

Alguns chamam a teoria da consciência ou ciência da mente "a última fronteira do conhecimento". De fato, o que é pensar, o que é agir com o que popularmente se chama consciência, onde se situam os valores? A abordagem científica a essas questões é, em si, uma justificativa da proposta da transdisciplinaridade.²²

A crítica ampla deve necessariamente ser holística. Porém a culminância do moderno acabou sendo uma fragmentação do homem em "componentes": racional, social, econômico. Parafraseando Allan Bloom poderíamos dizer que o que caracteriza o homem moderno é sua crença de ser o trabalho necessário para produzir bem estar; é seguir suas inclinações com moderação, não porque seja moderado mas porque suas paixões são balanceadas e ele reconhece a racionalidade desse equilíbrio; é respeitar o direito dos outros para assim ter respeitados os seus; é obedecer a lei que ele próprio fez em seu próprio interesse. Na verdade, aí se reconhece a essência do apelo ao trabalho e cidadania, tão comum nos dias de hoje, e que constitui a moral do comportamento que se procura inculcar nas crianças. Como diz Bloom, "Do ponto de vista de Deus ou dos heróis, nada disso é muito inspirador. Mas para os pobres, os fracos, os oprimidos -- a maioria esmagadora da humanidade -- é a promessa de salvação"²³.

²¹ Ver Ubiratan D'Ambrosio: *A Era da Consciência*. Editora Fundação Peirópolis, São Paulo, 1997.

²² Ver os livros recentes de Roger Penrose: *Shadows of the Mind: A Search for the Missing Science of Consciousness*, Oxford University Press, Oxford, 1996; e Roger Penrose (editor): *The Large, the Small and the Human Mind*. Cambridge University Press, Cambridge, 1997.

²³ Allan Bloom: *The Closing of the American Mind*. Simon and Schuster, New York, 1987; p.167.

Fala-se muito em energia. Vejo energia como a essência dessa busca incessante e integrada de sobrevivência e de transcendência. Sobreviver se dá no presente, que é a interface de passado e futuro. Transcender é mergulhar no passado e incursionar no futuro. Daí saem os sistemas de explicação -- história e as religiões -- e os sistemas de divinação e de predição -- os oráculos e as ciências. Tudo se integra nas religiões e nas ciências, que transcendem tempo, e nas comunicações e nas artes, que transcendem espaço. E obviamente, transcender tempo e espaço não são dicotômicos. Portanto, as comunicações, as religiões, as artes e as ciências andam juntas. Não se separam. Basta um olhar para a evolução da humanidade para se convencer que esses quatro estilos de comportamento andam juntos. A filosofia moderna tentou situar essa totalidade em setores do cérebro que cuidam do sensorial, do místico, do emocional, do intuitivo e do racional!

A proposta da transdisciplinaridade

Qual a oportunidade que a academia tem tido de refletir sobre essas questões? É possível que o "Fórum de Ciências e Cultura da UNESCO", que se reuniu em Veneza em 1986, tenha sido a primeira grande oportunidade de se propor uma visão transdisciplinar. O tema do fórum, "Encontro das Ciências e das Tradições", e a composição de sua participação foram, inegavelmente, fatores essenciais para uma nova postura com relação ao conhecimento. A Declaração de Veneza, que foi um resultado do Fórum, abriu as possibilidades de reflexões transdisciplinares.²⁴

Claro que a transdisciplinaridade não constitui uma nova filosofia, nem uma nova metafísica, nem uma ciência das ciências e muito menos uma nova postura religiosa. Nem é, como muitos insistem em mostrá-la, um modismo. O essencial na transdisciplinaridade reside numa postura de reconhecimento que não há espaço e tempo culturais privilegiados que permitam julgar e hierarquizar, como mais correto ou mais certo ou mais verdadeiro, complexos de explicação e convivência com a realidade que nos cerca. A transdisciplinaridade repousa sobre uma atitude aberta, de respeito mútuo e mesmo humildade, com relação a mitos, religiões e sistemas de explicações e conhecimentos, rejeitando qualquer tipo de arrogância e prepotência. A transdisciplinaridade é, na sua essência, transcultural. Exige a participação de todos, vindo de todas as regiões do planeta, de tradições culturais e formação e experiência profissional as mais diversas.

A essência da proposta transdisciplinar parte de um reconhecimento que a atual proliferação das disciplinas e especialidades acadêmicas e não-acadêmicas conduz a um crescimento incontestável do poder associado a detentores desses conhecimentos fragmentados, podendo assim agravar a crescente iniquidade entre indivíduos, comunidades, nações e países. Além disso, o conhecimento fragmentado dificilmente poderá dar a seus detentores a

²⁴ Ubiratan D'Ambrosio (organizador): *Declarações dos Fóruns de Ciência e Cultura da UNESCO (Veneza, Vancouver e Belém e a Carta da Transdisciplinaridade)*, Textos Universitários. Editora da Universidade de Brasília, 1994.

capacidade de reconhecer e enfrentar os problemas e situações novas que emergem de um mundo a cuja complexidade natural acrescenta-se a complexidade resultante desse próprio conhecimento transformado em ação que incorpora novos fatos à realidade, através da tecnologia.

A espécie *homo sapiens sapiens*, identificada no planeta há cerca de 100.000 anos, é extremamente jovem quando comparada com hominídeos, que deixaram sua marca desde 4.500.000 anos atrás. Mesmo esses hominídeos tiveram uma existência limitada quando comparados com espécies como os dinossauros que habitaram o planeta por cerca de 100 milhões de anos. Quando refletimos cosmicamente, é perturbador notar que nossa espécie, inteligente e capaz de comunicar-se em todo e mesmo fora do planeta, tem apenas 100.000 anos de experiências acumuladas num planeta cuja existência é traçada a 4 e meio bilhões de anos. Somos uma dentre milhões de espécies vivas que vem surgindo e se extinguindo na Terra há muito tempo. Estima-se que a vida teve início há cerca de 3 e meio bilhões de anos e desde então sabe-se de uma verdadeira ciranda de espécies aparecendo e se extinguindo. E quando nos situamos no cosmos, agora acessível por meio de modernas sondas espaciais, a brevidade da existência de nossa espécie é alarmante quando comparada com a estimativa de 15 bilhões de anos desde a criação cósmica – big-bang ou equivalentes.²⁵

Nesse curtíssimo espaço de tempo a espécie acumulou conhecimentos e capacidade de ação cada vez mais aprofundados sobre os fatos da realidade. E no quase instante de nossa existência podemos dominar esses conhecimentos e capacidades. Tanto poder concentrado em cada um de nós pode definir um paraíso ou um inferno para nossa efêmera existência. E vê-se que com a força de toda uma geração, o ritmo de crescimento dessas capacidades se acelera ... com o risco igualmente acelerado de perdermos a visão do todo à medida que nos aprofundamos cada vez mais nas minúcias e detalhes associados a disciplinas, subdisciplinas e especialidades.

A ameaça associada a uma aparente irreversibilidade do processo é compensada por uma tomada de consciência da fragilidade desse estilo de aquisição de conhecimentos e capacidades. A própria evolução do modelo ameaçador nos revela as suas inadequações, as suas distorções e a sua impossibilidade de uma visão, global e holística, do homem como um integrante, embora diferenciado, da totalidade cósmica. A única alternativa que resta é a de nos integrarmos nessa totalidade cósmica a partir da integração em várias etapas, a começar pela nossa integração pessoal, como indivíduos. Mente e corpo, consciente e inconsciente, o material e o espiritual, nosso saber e fazer, enfim todas essas e outras dicotomias com as quais nos habituamos a nos ver na nossa mais profunda intimidade deverão ser superadas. Temos que vencer a dominância do ser (substantivo) sobre o ser (verbo). Ao superar essa redefinição do eu estaremos em condição de redefinir nossas relações com o outro. A partir

²⁵ Uma boa apresentação da história da espécie foi dada por Colin Tudge: *The Time Before History. 5 Million Years of Human Impact*. Simon & Schuster, New York, 1996.

de então estarão abertas as portas de um novo relacionamento com diferentes, com a natureza como um todo e com o cosmos na sua totalidade.

A busca de uma sociedade integrada no entorno familiar -- isto é, o outro mais próximo -- no entorno comunitário -- isto é, a nossa tribo -- no entorno nacional -- isto é, o nosso país -- são etapas necessárias para se chegar à integração da humanidade como um todo -- isto é, o nosso planeta. Poderemos então nos situar num contexto muito mais amplo, transcender nossa existência tão efêmera, e avaliar nossa dimensão como indivíduos na realidade cósmica. Então espera-se que arrogância, inveja, prepotência cedam lugar a respeito pelo diferente, à solidariedade com o outro, à cooperação na preservação do patrimônio comum.

Eliminar arrogância, inveja, prepotência e adotar respeito, solidariedade, cooperação é a ideia de base na busca de uma nova espiritualidade, ancorada num sistema de conhecimento transdisciplinar. Busca-se um pacto moral entre todos os homens definitivamente interessados numa nova perspectiva de futuro para a humanidade, através de uma ética total.

Conclusão

Essas ideias surgiram como resultado de esperança que poder, prepotência, ganância, inveja, avareza, arrogância, violência, indiferença e outras tantas mazelas deixem de ser na humanidade do futuro.

Por que essa preocupação com a humanidade do futuro? Porque me sinto continuado no futuro. Ao comemorar o nascimento de filhos e netos, o que é um ato de amor, e ao esperar que eles tenham filhos e netos, e que esses também tenham filhos e netos e assim continuando a espécie, está implícita a esperança que eles serão felizes.²⁶ De outra maneira, essas comemorações seriam um ato de falsidade e desamor.²⁷

Se eu comemoro o futuro é porque acredito que há possibilidades. Ao ver um caminho para essas possibilidades, é autêntico que eu veja vantagens em percorrer esse caminho.

Se meu amor vai além dos "meus", da minha tribo, da minha comunidade e atinge a humanidade como um todo, é coerente falar desse caminho. De outro modo, minha autenticidade e minha coerência desmoronariam. O risco do sonho é coerência e se justifica. A ação guiada pelo sonho é o caminho.

²⁶ Muitos dizem que a humanidade feliz, sem as mazelas apontadas, é utopia, Não acredito. Mas que seja utopia. É possível ser humano sem utopias?

²⁷ Isso é bem ilustrado pela decisão de algumas tribos indígenas de não mais procriar, de praticar uma forma de suicídio da tribo. Esse é um ato de amor. Como foi ato de amor o evento de Masada, na Judéia, no século I.

Chegaremos lá? A resposta está no futuro. Mas só poderemos falar em futuro se entrarmos no futuro hoje. A ideia de futuro se esvazia quando se espera o futuro para só então entrar no futuro. Desse modo estaríamos sempre vivendo no ontem. E o caminho de ontem, que produziu as mazelas destacadas no início, não é o caminho que vai conduzir à sua eliminação.

Como percorrê-lo?

"Caminante no hay camino, se lo hace al andar." (Antonio Machado)

Sugestões de leitura

As obras relacionadas a seguir, algumas já citadas no texto, têm muita relação com a temática deste trabalho.

David **Adams** (editor): The Seville Statement on Violence. Preparing the Ground for the Construction of Peace . UNESCO, Paris, 1991.

Ubiratan **D'Ambrosio**: Etnomatemática. Arte e técnica de conhecer e explicar. Editora Ática, São Paulo, 1990.

Ubiratan **D'Ambrosio**: Globalização e Multiculturalismo, Coleção Fio do Mestrado nº 11. Editora da FURB, Blumenau, 1996.

Ubiratan **D'Ambrosio**: A Era da Consciência. Editora Fundação Peirópolis, São Paulo, 1997.

Ubiratan **D'Ambrosio**: Transdisciplinaridade. Editora Palas Athena, São Paulo, 1997.

Marcelo **Gleiser**: A Dança do Universo. Dos Mitos de Criação ao Big-Bang. Companhia das Letras, São Paulo, 1997.

Al **Gore**: Terra em Balanço. Editora Augustus, São Paulo, 1994.

George G. **Simpson**: A Descronização de Sam Magruder. Editora Fundação Peirópolis, São Paulo, 1997.

Pierre **Weil**, Ubiratan **D'Ambrosio** e Roberto **Crema**: Rumo a uma Nova Transdisciplinaridade. Sistemas Abertos de Conhecimento. Summus Editorial, São Paulo, 1993.

Revista **THOT**. Publicação Transdisciplinar da Associação Palas Athena, São Paulo.



Palestras proferidas em 1998

IV Encontro de Educação Matemática¹

Matemática e Educação Matemática: o problema da convergência

O título desta palestra deve ter provocado alguma curiosidade. Sabemos que o estudo de séries, isto é, somas de infinitas parcelas, ganha grande impulso a partir dos trabalhos de Isaac Newton (1642-1727), Colin MacLaurin (1698-1746) e Brook Taylor (1685-1731) e adquire autonomia como uma entidade matemática com os estudos de Jean Bernouilli (1667-1748) e Leonhard Euler (1707-1783).

Causou uma grande estranheza que uma série de números que decrescem pode ser infinita, contrariando, assim, uma forma de intuição.

Por exemplo, a série (chamada harmônica)

$$1 + 1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/5 + 1/6 + \dots$$

embora tenha seu termo geral $\rightarrow 0$ não tem soma finita.

Isto é, chamando $S_n = 1 + 1/2 + 1/3 + \dots + 1/n$,

mostra-se que $S_n \rightarrow \infty$.

Neste caso, dizemos que a série é **divergente**.

Mas, se tivermos a série

$$1 + 1/2 + (1/2)^2 + (1/2)^3 + (1/2)^4 + \dots,$$

chamando $S_n = 1 + 1/2 + (1/2)^2 + (1/2)^3 + \dots + (1/2)^n$,

mostra-se que $S_n \rightarrow 2$.

Neste caso, dizemos que a série é **convergente**.

Isso perturbou o ambiente matemático na transição do século XVIII para o século XIX e a questão da convergência, isto é, quais os critérios que permitem afirmar que uma série é convergente, foi o grande foco das pesquisas.

¹ IV Encontro de Educação Matemática, Sociedade Brasileira de Educação Matemática, estado do Espírito Santo (SBEM-ES), Vitória, 21 de novembro de 1998.

Mas o ensino da matemática, embora elitista, pouco tinha a ver com essas questões finas que constituíam a fronteira do conhecimento matemático.

A questão da convergência, ilustrada acima, é um exemplo de como matemática e ensino da matemática eram divergentes. Os objetivos da educação matemática e os objetivos da matemática eram distintos.

No correr do século XIX, houve o grande desenvolvimento da matemática. Foram elaboradas estruturas teóricas muito mais rigorosas e as possibilidades de aplicar matemática a outros campos do conhecimento se ampliaram. Surgiu uma tecnologia avançada e o progresso econômico passou a ser identificado com o progresso industrial.

A formação dos recursos humanos para esse novo modelo de progresso passou a exigir matemática mais atual nas escolas. Foram estimulados programas de matemática nas escolas, incluindo o que era considerado matemática avançada. Como ensinar esses novos tópicos que, em geral, não eram conhecidos dos professores, constituía um grande desafio. Nessas circunstâncias é que surge a Educação Matemática como uma disciplina autônoma, procurando tornar acessível aos professores e alunos uma matemática mais atualizada. Desponta o nome de um grande matemático alemão, Felix Klein, que se tornou um pioneiro da educação matemática. É a primeira grande busca de convergência entre matemática e educação matemática.

As grandes perguntas que se fazem:

Por que procurar convergência?

É possível encontrar convergência hoje?

Nesta palestra, vou abordar essas duas questões.

Que matemática na escola?

A maior crítica que faço ao ensino da matemática é o fato de ser obsoleto, desinteressante e inútil. Não responde ao mundo de hoje. Na verdade, ignora os grandes avanços que permitem uma outra visão da realidade.

A matemática foi elaborada nos ambientes mais diversos do planeta, por povos diferentes, com objetivos mais imediatos de sobreviver e com objetivos mais amplos de transcender.

Para sobreviver, os povos criaram instrumentos e técnicas apropriadas para o ambiente em que viviam. Desenvolveram medições, contagens, critérios para classificar e trocar produtos. Para avaliar e comparar tempo e espaço. Para transcender, criaram mitos, religiões, artes e ciências, sistemas de explicações e estratégias para aprender. Comunicação presencial — gestos e linguagem — e comunicação à distância, com outras gerações e com a mesma geração — mensagens e escrita.

Para sobreviver e transcender criaram modos, estilos, técnicas [ticas] de explicar, aprender, conhecer, lidar [matema] com o seu ambiente natural, sociocultural e imaginário [etno]. Assim, cada povo desenvolveu sua **etnomatemática**.

Os povos em torno do Mar Mediterrâneo (Babilônios, Egípcios, Judeus, Gregos, Romanos) desenvolveram a sua etnomatemática. Viam o céu de um modo muito especial, situados entre as latitudes 30° e 40°. E viajavam nessa faixa em direção ao Oriente. Essa etnomatemática se estruturou como um corpo de conhecimentos que hoje chamamos, simplesmente, Matemática. As etnomatemáticas de outros povos foram, a partir do século XVI, rejeitadas e mesmo eliminadas.

Hoje, terminado o período colonial, os vários povos do planeta, que haviam sido submetidos, procuram um espaço para recuperar sua cultura tradicional. A movimentação de populações é enorme e, com isso, o encontro de culturas. Embora seja uma relação de injustiça social, de diferenças gritantes de padrão de vida, não se trata mais da subordinação cultural característica do período colonial. A educação leva em conta essas diferenças e, agora, em todo o mundo, se reconhece e se pratica a **Educação Multicultural**. A etnomatemática tem, na Educação Multicultural, um papel privilegiado.

Aqui se apresenta a primeira grande questão de convergência.

Será possível conciliar a matemática acadêmica e a etnomatemática?

A matemática dos sistemas escolares é congelada. São teorias, em geral, antigas, desligadas da realidade. Foram concebidas e desenvolvidas em outros tempos, em outros espaços. Será que essa matemática, que chamamos acadêmica, é importante para todos os povos? Sem dúvida. A sociedade moderna não funciona sem essa matemática, a tecnologia moderna não se aplica sem essa matemática, as teorias científicas não podem ser trabalhadas sem essa matemática. Mesmo as artes e as humanidades estão impregnadas dessa matemática.

No entanto, no dia-a-dia, onde a prática exige saberes e fazeres que se aprendem na família e na comunidade, pratica-se a etnomatemática da comunidade. A criança sente-se à vontade com essa etnomatemática. Ao chegar à escola encontra, por parte do professor, uma rejeição. E vai mal nos exames, nas provas, procura escapar da escola. Não vê, na matemática do professor, algo que fale às suas tradições.

A incorporação da etnomatemática ao sistema escolar, o que não implica descartar a matemática acadêmica, necessária para a vida moderna, é o grande desafio para uma nova educação.

Competências básicas a serem alcançadas nas séries iniciais do 1º grau

Quaisquer que sejam as aptidões das crianças nas quatro primeiras séries do 1º grau, é importante que, na escola, elas avancem na direção de:

1. Avaliar quantidades numéricas

Isto quer dizer reconhecer que, ao se fazer uma compra de um dúzia de bananas, R\$ 6,00 não é um preço razoável. Nem que, ao se perguntar quando nasceram seus pais, a criança fique perdida. Não há porque insistir em números com precisão de centavos. As calculadoras fazem isso. Daí...

2. Habilidades no uso das calculadoras

Habilidades quer dizer perceber, pelo resultado, que se esqueceu de colocar o ponto. Mais uma vez, avaliar ordens de grandeza. O que fazer com a calculadora? A criança sabe o que fazer, um conta para o outro, eles brincam, fazem jogos, se divertem... e aprendem algo básico para viver na sociedade moderna.

3. Porcentagens

Saber o que quer dizer quando ouvem que os juros estão altos, que seus pais estão em greve porque pedem 7% de aumento e o que quer dizer que 65% da população acha que o governo saiu enfraquecido da crise... etc. Mas como se sabe isso? Toda a população foi consultada? E daí...

4. As ideias centrais da Estatística

O que se pode esperar de algo que acontece com muita frequência? Que vá acontecer, com certeza? Ou será que, porque tem estado ensolarado três dias em seguida, pode-se esperar uma semana toda de dias ensolarados? E que significam todos aqueles gráficos e tabelas que se veem, todos os dias, nos jornais? Talvez uma das áreas mais importantes e, ao mesmo tempo, mais desprezadas nos currículos das séries iniciais tem sido a Estatística. Vivemos uma realidade social e ambiental que depende de dados estatísticos. Praticamente todas as decisões são tomadas com base em dados e análise de dados.

5. Razões e proporções

Saber que $\frac{1}{2}$ representa mais que $\frac{1}{3}$. Mas pouco importa saber se $\frac{123}{489}$ é maior ou menor que $\frac{317}{996}$. O importante é saber que aproximadamente estão ambos em torno de $\frac{1}{3}$. E que se 123 dos 489 deputados votarem a favor de uma emenda é pouco ... Não há porque perder tempo tentando ensinar a fazer $\frac{123}{489} + \frac{317}{996}$.

6. Contagem de tempo

Quando digo "daqui a 40 horas", quantos dias terão se passado? E o que quer dizer "século XXI"? E quebrar um recorde de 100 m rasos por décimos de segundo significa muito tempo?

7. Medidas e mensurações

O que significa um litro de leite? Quantas vacas são necessárias para produzir isso? E quando se compra leite em pó, é por quilo ou por litro? Dá para comprar um litro de feijão? Será o mesmo peso que um litro de água? E Quanto vale um alqueire? Será que um cobertor de 2 m por 2 m é apropriado para uma caminha de criança?

8. Matemática ambiental

O que significa dizer que a poluição está tolerável? E por que não se deve pôr fogo no matinho que está no terreno baldio ao lado? Por que estamos sentindo tanto calor com uma temperatura de 30°, se na televisão ou no cinema foi dito que muitos morreram de frio porque a temperatura caiu para 30°? O que quer dizer que vem uma onda de frio? E por que há inundações? Que sorte teve o Noé ... O que mesmo aconteceu com ele? Será que isso pode se repetir?

Currículo

A prática educativa se dá mediante estratégias que chamamos currículo.

Em síntese, um modelo de currículo de matemática é o seguinte:

Objetivos:

capacidade de lidar com questões do tipo das que estão na listagem acima, de 1 a 8.

Metodologia:

entrar na prática, fazer. A criança vê como se faz e estará aprendendo. Experiência e prática levam à aprendizagem, como John Dewey já dizia.

Conteúdo:

aquilo que for necessário para explicar, entender, refletir sobre a realidade e lidar com os fatos reais. Muito do que aparece nos programas atuais não tem qualquer importância, muito do que é importante não se contempla nos currículos atuais.

A nova organização de conteúdos deverá escapar da fragmentação em Aritmética, Álgebra, Geometria e Trigonometria, que parece ter se consolidado nos programas atuais, a partir da realidade medieval.

Na Idade Média, o currículo se organizava em dois graus, o **trivium** (gramática, retórica e dialética) e o **quadrivium** (aritmética, música, geometria, astronomia). Essas disciplinas respondiam às necessidades intelectuais da época.

Paralelamente, uma cultura popular fazia avançar o conhecimento prático, respondendo às necessidades do comércio, da urbanização e da produção agrícola e artesanal.

Com a industrialização e a globalização do planeta na era colonial, começou a se ampliar as oportunidades de uma educação acadêmica. A didática de Comenius, formulada no século XVII, abriu perspectivas de uma educação para todos. Esse é mais um exemplo da questão da convergência de uma matemática acadêmica e das necessidades populares.

Mas somente a partir do século XIX é que esse ideal começou a se implementar. Porém apoiado no modelo medieval e dando ênfase ao **ler, escrever e contar**.

Hoje, o objetivo declarado de todos os governos é levar todas as crianças à escola, esperando que elas aprendam a ler, escrever e contar. Mas é uma ilusão acreditar que, sabendo ler, escrever e contar, a criança estará preparada para o mundo moderno. O mundo de hoje não é o mesmo dos séculos XIX e XX. Estamos numa transição milenar. São outras percepções do grande e do pequeno, outro ritmo de evolução do tempo e outra mobilidade para o ser humano. Estão se definindo outros modos de produção e de propriedade, outras formas de organização familiar e social. Simplesmente, o mundo está mudando.

Que conteúdos servirão para o mundo de amanhã, no qual nossas crianças estarão atuando? Jamais foi tão verdade dizer que uma boa educação é aquela que prepara para o novo ..., um novo que desconhecemos.²

Como resultado das reflexões sobre os novos rumos que vão se delineando para a humanidade, vejo os conteúdos organizados em três grandes vertentes:

Literacia:

capacidade de processar criticamente informação escrita, o que inclui leitura, escritura e cálculo, na vida cotidiana;

Materacia:

capacidade de representar a realidade, criando modelos e definindo estratégias de ação a partir dos mesmos;

Tecnoracia:

capacidade de usar e combinar instrumentos, simples ou complexos, avaliando suas possibilidades e suas limitações e a sua adequação a necessidades e situações diversas.

Essa proposta já vem sendo praticada, embora ainda presa aos esquemas tradicionais. A transição para uma explicitação dos currículos nesses componentes será lenta, mas o que já se vê é uma reorganização dos programas nessas linhas. Ler não se completa sem manejo de

² Ubiratan D'Ambrosio: "Relações entre Matemática e Educação Matemática: Lições do passado e perspectivas para o futuro", Anais do VI ENEM, vol 1, UNISINOS / SBEM, São Leopoldo, 1998; pp. 29-35.

dados numéricos, tabelas e gráficos. As representações da realidade, como modelos, e a etnomatemática vêm sendo praticadas mais e mais, enquanto as novas gerações vêm aprendendo menos e menos as representações e os modelos congelados que vêm do passado. Também a preocupação com os efeitos da tecnologia começa a se incorporar no currículo.

A matemática de hoje

Sobretudo após a Segunda Guerra Mundial e a corrida armamentista da Guerra Fria, desenvolveu-se uma nova matemática. Isso inclui:

- calculadoras e computadores;
- matemática discreta, matrizes, probabilidades e estatística;
- programação linear e pesquisa operacional;
- modelos matemáticos;
- aplicações às ciências e à tecnologia;
- matemática experimental e matemática industrial.

O conteúdo matemático, isto é, as ciências matemáticas, está passando por grandes transformações. Estamos vendo novas direções nas pesquisas matemáticas, onde é evidente a assimilação total do computador na pesquisa matemática. Sobretudo a integração da matemática com outras disciplinas e o amplo uso dos recursos tecnológicos deu origem a teorias novas, tais como o processamento de imagens [wavelets], as biomatemáticas e os conjuntos **fuzzy**, as teorias de sistemas e os estudos do caos e da complexidade, e as ciências da mente e da consciência. Uma nova matemática começa a se delinear.

Naturalmente, isso não quer dizer que alguns temas da matemática clássica serão abandonados. O desafio de resolver problemas ainda é o grande impulsionador de novas teorias matemáticas. Como exemplo, temos alguns problemas interessantes de teoria dos números primos.

O grande desafio é fazer um currículo que seja moderno, interessante e útil.

Encontro de Professores e Especialistas em Matemática para Divulgação das Ações do Projeto Pró-Matemática e dos Parâmetros Curriculares Nacionais³

Pró-Matemática e suas implicações nos Parâmetros Curriculares Nacionais

Considero os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) um grande avanço com relação a propostas curriculares anteriores emanadas do MEC. O Projeto Pró-Matemática pode ser um auxiliar eficaz na implementação dos PCN.

Uma apreciação dos PCN

Os PCN oferecem uma boa visão do que deva ser o ensino fundamental. O conjunto é um auxiliar de grande importância para as equipes técnicas de elaboração curricular e, sobretudo, para os professores. É muito importante que os PCN tenham um caráter de **orientar** e não sejam confundidos com um programa oficial. A preservação da liberdade do professor na organização do currículo deve ser mantida para atender a especificidade de cada região.

Os PCN têm uma boa fundamentação teórica e conceitual, o que é de muita importância. Uma das grandes vantagens dos PCN sobre outros documentos oficiais é a liberdade que oferece aos professores. Isso permite a eles priorizar a criação e utilização de ambientes de aprendizagem -- não ficar na sala de aula -- a ampla utilização da tecnologia disponível, sobretudo calculadoras, e das mídias, principalmente jornais e televisão. O documento oferece um grande estímulo para reflexão e serve como instrumento de trabalho para equipes técnicas e para professores. A bibliografia é, em parte, acessível, com livros de editoras conhecidas e em português.

Para que os PCN atinjam seu objetivo de estimular reflexão e de apoio para a prática docente é importante que os professores se habituem ao documento. Uma possibilidade é estimular jornadas para discutir o documento. Não para "ensinar" o documento, mas para que os docentes se encontrem para falar sobre o documento, mesmo informalmente. Hoje um capítulo ou um aspecto, depois um outro, sem a preocupação de cobrir tudo e numa certa ordem. Essa familiarização com o documento e o reconhecimento de como ele pode ajudar na prática docente é fundamental para a melhoria da qualidade da educação. Para muitos docentes, será o único instrumento de reflexão teórica de que ele dispõem.

³ Encontro de Professores e Especialistas em Matemática para Divulgação das Ações do Projeto Pró-Matemática e dos Parâmetros Curriculares Nacionais, SEF/MEC e CENP/SE, 17-19 de novembro de 1998, São Paulo.

Os objetivos dos PCN são relevantes, embora sejam tímidos no estímulo à utilização da tecnologia atual, principalmente informática e comunicações. Não se trata apenas de utilizar essas tecnologias, mas sim refletir sobre elas, destacando sua importância na sociedade moderna e refletindo sobre seu possível mau uso. Trata-se de fazer uma Filosofia, na verdade uma Ética, da Tecnologia.

O Ensino Fundamental não pode ser propedêutico e tampouco imediatista como preparação para profissionalização. Deve:

- proporcionar o desenvolvimento de espírito crítico;
- criar hábitos e instrumentos de crítica, de reflexão e de busca de conhecimentos;
- conscientizar para direitos e deveres e para o exercício da cidadania.

A elaboração de uma proposta curricular pode ser focalizada na consecução desses objetivos maiores da educação. Embora não explicitamente, esses princípios estão contemplados nos PCN.

Os PCN de Matemática

Examinando em particular os PCN de Matemática, uma das críticas que eu faço é a ênfase no "aprender a fazer". Inclusive, as sugestões de avaliação refletem a expectativa de o aluno ter aprendido a fazer. Sabemos, com o amparo de inúmeras pesquisas, que não há relação entre o que se pretende que o aluno aprenda -- mesmo quando num teste ele dá a impressão de ter aprendido -- e sua atuação em situações novas.

Isto se reflete muito quando se fala em resolução de problemas. Qualquer problema, por melhor formulado que seja, é artificial. Daí a ineficácia da ênfase dada à resolução de problemas. Falsamente apresentado como uma superação da ênfase nos exercícios, efetivamente, a resolução de problemas tem sido exercícios disfarçados. Propõe-se **situações reais** – mas, na verdade, são situações artificiais. Exemplificando, ao se propor um problema sobre campo de futebol, ele só é um problema efetivo quando se tem o campo de futebol, se vai ao campo, se mede o campo. O tratamento adequado é fazer um modelo do campo. A partir desse modelo, propor problemas para depois resolvê-los. Essa é a estratégia da modelagem matemática, que deveria dominar o ensino das séries fundamentais. Aliás, de todas as séries em todos os graus.⁴

Isto implica uma outra postura epistemológica com relação à Matemática. Qual a natureza do conhecimento matemático? Eu vejo a Matemática, como todo conhecimento, como uma resposta a estímulos oferecidos pelo ambiente, isto é, o complexo de artefatos e mentefatos notados pelo indivíduo. Nos sistemas educacionais, particularmente no 1º grau, a Matemática é uma **ciência experimental**. Os primeiros passos são o fazer matemático, com as mãos e os sentidos, numa **situação real**. Chega-se, assim, a desenvolver instrumentos

⁴ Veja Ubiratan D'Ambrosio: *Educação Matemática. Da Teoria à Prática*, Editora Papirus, Campinas, 1996.

técnicos (saber medir, fazer contas, calcular) e intelectuais (teorias) que serão úteis para outras situações. A instrumentação dominante hoje em dia são as calculadoras. Lamento que os PCN hesitem em recomendar calculadoras.

Essa hesitação traz à lembrança o que se passou no século XIII, quando Leonardo Fibonacci publicou seu **Liber abaci**, no qual ensina a fazer exatamente aquilo que estamos insistindo em ensinar hoje às nossas crianças: fazer contas. Naquela ocasião, a cidade de Florença promulgou uma lei proibindo a utilização daquelas técnicas traiçoeiras, isto é, algarismos e algoritmos apreendidas dos "hereges" muçulmanos, porque eles iriam embotar o raciocínio! Ao não estimular plena utilização das calculadoras, estamos repetindo o mesmo obscurantismo de 800 anos atrás.

Com relação a computadores, também há muita timidez nos PCN. Os computadores não podem ficar ausentes da prática educativa. Não digo das escolas, pois quase todas as escolas agora têm um computador, ao menos na secretaria. Mas o mais importante não é que os meios do sistema educacional – isto é, o pessoal administrativo – mas sim que o fim – isto é, os alunos – tenham acesso ao moderno.

Ao se estimular o uso de computadores, podemos estar certos que os professores e as crianças vão procurar um acesso a eles. Mas se silenciarmos sobre computadores, aqueles que ainda não têm esse acesso vão se acomodar e se refugiar no obsoleto.

Também se deve falar a ênfase, no meu entender excessiva, dada aos algoritmos e às técnicas de operações. Por exemplo, dá-se muita importância ao estudo de frações quando tudo indica que, em alguns anos, isso estará fora dos sistemas escolares. No entanto, há pouca ênfase em razões e proporções e, quando se fala nisso, é sempre relacionado com frações. Razões tem um lugar de crescente importância no mundo moderno, mas tem pouco ou nada a ver com frações. Voltarei a falar sobre isso mais adiante.

Um outro ponto que quero destacar é a interdisciplinaridade. Lamento que os PCN estimulem a organização disciplinar até nas primeiras séries. Português, Geografia, Matemática, Ciências estão naturalmente ligadas, não só entre si, mas com as demais áreas do conhecimento. Sobretudo ao se falar de Ética, Saúde e Meio Ambiente, que comparecem como Temas Transversais, todas essas disciplinas se integram, do ponto de vista conceitual e metodológico. Isso afeta particularmente a Matemática. Reconhece-se uma tendência – no meu entender sadio -- do desaparecimento da Matemática, do modo como é ensinada, como disciplina autônoma nos sistemas escolares. A tendência é que essa Matemática seja diluída e integrada nas demais disciplinas, que deverão se integrar.⁵ Por ser a espinha dorsal do conhecimento e da sociedade moderna, a Matemática deverá se manter, mas não na

⁵ Ver Ubiratan D'Ambrosio: "Estratégias para estabelecer una mayor relación de las Matemáticas con las otras Ciencias" in *Curriculum. Revista Especializada para America Latina y el Caribe*, año 5, nº9, julio 1980; pp.25-38.

forma como está. Será mais próxima à Filosofia, como um instrumento de reflexão crítica sobre a realidade, destacando a sua história e seu caráter humanístico, e ressaltando suas relações com as artes e com o lúdico.

Agora vou me referir à metodologia. Uma das propostas mais interessantes em Educação Matemática é **escrever matemática**. Ler e escrever deve permear todas as disciplinas, inclusive matemática, como parte integrante de um processo cognitivo. Para algumas disciplinas, a importância do escrever é óbvia. Mas quando se fala em escrever matemática, há uma certa estranheza.

Um outro fato muito importante na Educação Matemática é reconhecer a importância do **multiculturalismo**. A crescente importância da Etnomatemática é uma consequência disso.⁶

Reconhece-se que o multiculturalismo é hoje uma das tendências mais marcantes em educação. Sobretudo num país como o Brasil, com dimensões geográficas tão amplas e uma grande diversidade cultural, a educação multicultural é não só recomendável como também necessária.

Reconhecer que a matemática tem fortes raízes culturais talvez seja o aspecto mais importante da moderna epistemologia matemática. E, sem dúvida, está no foco das novas abordagens da Educação Matemática. Embora isto se refira a todos os níveis de escolaridade, o nível elementar (primeiras séries do 1º grau - 1ª a 4ª séries) é particularmente importante. Sobretudo nesse nível, é fundamental a recuperação das relações da matemática com o mundo real, com a realidade na qual está imerso o aluno.

Quais os objetivos que podemos esperar atingir através da disciplina matemática nas séries iniciais? Naturalmente, serão objetivos muito gerais que deverão ser desenvolvidos no contexto e, portanto, com maior ou menor intensidade, dependendo das circunstâncias em que se dá esse ensino.

Sobre currículo

O princípio básico da organização curricular é seu caráter conjuntural e não estrutural. O currículo é o reflexo da conjuntura e não da estrutura interna da disciplina -- que é questionável e ideológica -- e, muito menos, de uma possível hierarquização das funções cognitivas. Essa hierarquização, manifesta no "primeiro aprende isso para poder aprender aquilo", é baseada numa visão equivocada de como funciona o cérebro humano e das suas implicações na aprendizagem. Veja-se, por exemplo, as teorias de cognição e de aprendizagem propostas por Jerome Kagan. Particularmente importante é sua recomendação que "professores deveriam começar a monitorar alguns processos executivos [da cognição], especialmente ensinando crianças como especificar um problema, como

⁶ Ver Ubiratan D'Ambrosio: *Etnomatemática. Arte ou técnica de explicar e conhecer*, Editora Ática, São Paulo, 1990.

controlar a ansiedade de falhar, como questionar e usar regras e estratégias adequadas, como refletir sobre soluções alternativas e como saber porque a solução escolhida foi a melhor. Queremos que a criança não apenas adquira conhecimento que represente corretamente a experiência, mas também que saiba porque ele(a) acredita no que faz."⁷ Também são muito interessantes as posições de Howard Gardner, sintetizadas nos seus livros sobre Inteligências Múltiplas, e de Daniell Goleman, com a Inteligência Emocional.

No que se refere à Matemática, particularmente nas séries iniciais, há excessiva ênfase nos conteúdos. Embora o currículo, como estratégia da ação educativa, contemple objetivos, conteúdos e métodos, todos numa ligação muito forte, somente conteúdos parecem ser considerados nas elaborações curriculares. Uma organização curricular que responda a essas novas direções em aprendizagem deve se libertar do caráter conteudista e adotar um conceito dinâmico de currículo.⁸

É importante destacar que as dificuldades da educação brasileira não estão na falta de ideias, nem de projetos nem de realização. Há competência e vontade de acertar. O problema básico é a falta de uma decisão política de se ter coragem de inovar e de se dar atenção ao muito de bom que se fez e se continua fazendo no país. Propostas ministeriais que se apresentam como "ideias salvadoras" da educação brasileira correm o risco de serem propostas equivocadas. Uma proposta de âmbito nacional é algo que exige muito tempo para se concretizar.

Um parêntesis:

é importante deixar de pensar que toda criança brasileira é miserável. A grande maioria tem e assiste televisão em suas casas, um bom número viaja para Disneylândia, muitas já têm acesso a um computador, ou, pelo menos, a fliperamas ou video-games. Boa educação e boa saúde devem ser para todos, inclusive para a classe média. A "cultura da miséria" é algo que prejudica enormemente a ação na área da Educação, como também na Saúde. Se há miséria, a medida primeira e fundamental é acabar com a miséria. Nada mais ilusório que crer ser possível alcançar boa educação e boa saúde numa sociedade que tolera o desemprego e a miséria.

De que maneira incursionar no novo? Minha proposta é que se ative grupos locais, reconhecendo e apoiando projetos e dando diretrizes para sua boa execução. Do ponto de vista de boa utilização de recursos e estímulo a uma ativação dos inúmeros – e bons -- grupos

⁷ Jerome Kagan: *The Nature of the Child*, Basic Books Inc., New York, 1984; p. 239.

⁸ Nos anos oitenta tive oportunidade de discutir amplamente o conceito de currículo e de propor alternativas curriculares. Ver "Estabilidad y Cambios en el Currículo: El Enfoque Holístico del Currículo y un Nuevo Papel del Docente" in *La Educación. Revista Interamericana de Desarrollo Educativo*, nº90, año XXVI, 1982; pp. 3-16; "Environmental Influences" in *Studies in Mathematical Education* vol. 4, UNESCO, Paris, 1985; pp. 29-46 e "On environmental mathematics education" in *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* 94/6, November 1994; pp. 171-174.

que existem no país, a melhor experiência no Brasil foi o SPEC/PADCT. Temos agora o Projeto Pró-Matemática, que discutirei mais adiante, que é uma proposta semelhante.

Competências básicas a serem alcançadas nas séries iniciais do 1º grau⁹

Quaisquer que sejam as aptidões das crianças nas quatro primeiras séries do 1º grau, é importante que, na escola, elas avancem na direção de:

1. Avaliar quantidades numéricas

Isto quer dizer reconhecer que, ao se fazer uma compra de um dúzia de bananas, R\$6,00 não é um preço razoável. Nem que, ao se perguntar quando nasceram seus pais, a criança fique perdida. Não há porque insistir em números com precisão de centavos. As calculadoras fazem isso. Daí...

2. Habilidades no uso das calculadoras

Habilidades quer dizer perceber, pelo resultado, que se esqueceu de colocar o ponto. Mais uma vez, avaliar ordens de grandeza. O que fazer com a calculadora? A criança sabe o que fazer, um conta para o outro, eles brincam, fazem jogos, se divertem... e aprendem algo básico para viver na sociedade moderna.

3. Porcentagens

Saber o que quer dizer quando ouvem que os juros estão altos, que seus pais estão em greve porque pedem 7% de aumento e o que quer dizer que 65% da população acha que o governo saiu enfraquecido da crise... etc. Mas como se sabe isso? Toda a população foi consultada? E daí...

4. As ideias centrais da Estatística

O que se pode esperar de algo que acontece com muita frequência? Que vá acontecer, com certeza? Ou será que, porque tem estado ensolarado três dias em seguida, pode-se esperar uma semana toda de dias ensolarados? E que significam todos aqueles gráficos e tabelas que se veem, todos os dias, nos jornais? Talvez uma das áreas mais importantes e, ao mesmo tempo, mais desprezadas nos currículos das séries iniciais tem sido a Estatística. Vivemos uma realidade social e ambiental que depende de dados estatísticos. Praticamente todas as decisões são tomadas com base em dados e análise de dados.

5. Razões e proporções

Saber que $\frac{1}{2}$ representa mais que $\frac{1}{3}$. Mas pouco importa saber se $\frac{123}{489}$ é maior ou menor que $\frac{317}{996}$. O importante é saber que aproximadamente estão ambos em torno de

⁹ **Nota dos editores:** hoje, são séries iniciais do Ensino Fundamental.

1/3. E que se 123 dos 489 deputados votarem a favor de uma emenda é pouco... Não há porque perder tempo tentando ensinar a fazer $123/489 + 317/996$.

6. Contagem de tempo

Quando digo "daqui a 40 horas", quantos dias terão se passado? E o que quer dizer "século XXI"? E quebrar um recorde de 100m rasos por décimos de segundo significa muito tempo?

7. Medidas e mensurações

O que significa um litro de leite? Quantas vacas são necessárias para produzir isso? E quando se compra leite em pó, é por quilo ou por litro? Dá para comprar um litro de feijão? Será o mesmo peso que um litro de água? E quanto vale um alqueire? Será que um cobertor de 2m por 2m é apropriado para uma caminha de criança?

8. Matemática ambiental

O que significa dizer que a poluição está tolerável? E por que não se deve pôr fogo no matinho que está no terreno baldio ao lado? Por que estamos sentindo tanto calor com uma temperatura de 30°, se na televisão ou no cinema foi dito que muitos morreram de frio porque a temperatura caiu para 30°? O que quer dizer que vem uma onda de frio? E por que há inundações? Que sorte teve o Noé... O que mesmo aconteceu com ele? Será que isso pode se repetir?

Em síntese, um modelo de currículo de matemática é o seguinte:

Objetivos:

capacidade de lidar com questões do tipo das que estão na listagem acima, de 1 a 8.

Metodologia:

entrar na prática, fazer. A criança vê como se faz e estará aprendendo. Experiência e prática levam à aprendizagem, como John Dewey já dizia.

Conteúdo:

aquilo que for necessário para explicar, entender, refletir sobre a realidade e lidar com os fatos reais. Muito do que aparece nos programas atuais não tem qualquer importância, muito do que é importante não se contempla nos currículos atuais.

A nova organização de conteúdos deverá escapar da fragmentação em Aritmética, Álgebra, Geometria e Trigonometria, que parece ter se consolidado nos programas atuais. O **trivium** (gramática, retórica e dialética) e o **quadrivium** (aritmética, música, geometria, astronomia) medievais, respondiam às necessidades intelectuais da época. Paralelamente, uma cultura popular fazia avançar o conhecimento prático, respondendo às necessidades do comércio, da urbanização e da produção agrícola e artesanal. Com a industrialização e a globalização do planeta na era colonial, começaram a se ampliar as oportunidades de uma educação

acadêmica. A didática de Comenius, formulada no século XVII, abriu perspectivas de uma educação para todos.

Mas somente a partir do século XIX é que esse ideal começou a se implementar. Porém apoiado no modelo medieval e dando ênfase ao ler, escrever e contar. Hoje, esse é o objetivo declarado de todos os governos e tem-se a ilusão de que, sabendo **ler, escrever e contar**, a criança estará preparada para o mundo moderno. Mas o mundo não é o mesmo dos séculos XIX e XX. Estamos numa transição milenar. São outras percepções do grande e do pequeno, outro ritmo de evolução do tempo e outra mobilidade para o ser humano. Estão se definindo outros modos de produção e de propriedade, outras formas de organização familiar e social. Simplesmente, o mundo está mudando.

Que conteúdos servirão para o mundo de amanhã, no qual nossas crianças estarão atuando? Jamais foi tão verdade dizer que uma boa educação é aquela que prepara para o novo ..., um novo que desconhecemos.¹⁰

Como resultado das reflexões sobre os novos rumos que vão se delineando para a humanidade, vejo os conteúdos organizados em três grandes vertentes:

Literacia:

capacidade de processar criticamente informação escrita, o que inclui leitura, escritura e cálculo, na vida quotidiana;

Materacia:

capacidade de representar a realidade, criando modelos e definindo estratégias de ação a partir dos mesmos;

Tecnoracia:

capacidade de usar e combinar instrumentos, simples ou complexos, avaliando suas possibilidades e suas limitações e a sua adequação a necessidades e situações diversas.

Essa proposta já vem sendo praticada, embora ainda presa aos esquemas tradicionais. A transição para uma explicitação dos currículos nesses componentes será lenta, mas o que já se vê é uma reorganização dos programas nessas linhas. Ler não se completa sem manejo de dados numéricos, tabelas e gráficos. As representações da realidade, como modelos, e a etnomatemática vêm sendo praticadas mais e mais, enquanto as novas gerações vêm aprendendo menos e menos as representações e os modelos congelados que vêm do passado. Também a preocupação com os efeitos da tecnologia começa a se incorporar no currículo.

¹⁰ Ubiratan D'Ambrosio: "Relações entre Matemática e Educação Matemática: Lições do passado e perspectivas para o futuro", *Anais do VI ENEM, vol 1*, UNISINOS/SBEM, São Leopoldo, 1998; pp.29-35.

E sobre avaliação?

Naturalmente, repensar o currículo implica repensar o conceito de avaliação. Uma coisa é difícil de negar: a criança feliz na escola volta à escola, não falta. Em outras palavras, não haverá evasão se a escola deixar de ser chata, deprimente e humilhante.

Quanto se aprende na escola? Qualquer tentativa de medir o quanto se aprendeu é falsificadora. A capacidade de um indivíduo ou grupo reunir informações de experiências vividas para enfrentar uma situação nova só se revela no momento em que a situação nova se apresenta. Mas, se é nova, era desconhecida. O que é importante na prática escolar é criar uma grande variedade de situações novas e não repetir o velho. Avaliação baseada no velho, que caracteriza os testes e provas padronizadas, é inútil.

Claro que toda ação implica numa avaliação. Do mesmo modo, a ação do professor deve ser avaliada por ele e servirá de orientação para as próximas ações. O grande objetivo do professor é o progresso do aluno. Mas progresso em relação a si próprio, isto é, o quanto o aluno progrediu com relação ao seu estado anterior. O progresso de cada aluno deve ser acompanhado pelo professor como um elemento para a definição de suas estratégias de ação pedagógica. Nada de comparar um aluno com outro, que é a finalidade dos testes e provas padronizadas. O indivíduo é o seu próprio padrão de comparação no processo educativo.

Vejo como absolutamente fora de propósito "reter" um aluno que não tenha progredido o quanto o professor esperava que ele progredisse. Essa prática só encontra amparo numa concepção menor do que é o ser humano. A prática de reter ou reprovar leva a um processo de treinamento que torna o indivíduo indeciso, que vai contra sua criatividade e o estimula a subordinar seu pensar ao que deve ser pensado! Isto é o que fazem os métodos de aquisição de técnicas de calcular, que deveriam ser rechaçados como antieducativos.

A formação dos professores

A formação do professor deve incluir a maneira de lidar com questões do tipo que sugerimos acima, de 1 a 8. O conteúdo matemático na sua formação será, inevitavelmente, reflexo do corpo docente da instituição. Propor currículos mínimos e programas mínimos é absolutamente inócuo. Dizer que o programa foi cumprido pode levar a uma farsa intolerável. Os provões reforçam essa grande farsa, pois levam as instituições a treinarem os alunos para se saírem bem nos provões. Nada mais prejudicial para um sistema educacional que os testes padronizados.

É importante ressaltar a qualidade dos professores em atuação. Apesar de salários irrisórios, algumas vezes aviltantes, são muito motivados, têm grande entusiasmo e se mostram comprometidos com a profissão. Em geral, são competentes. Com algum apoio, podem levar adiante a importante tarefa de introduzir uma nova educação matemática para os tempos novos.

O Projeto Pró-Matemática

Aqui, entra o Projeto Pró-Matemática na Formação do Professor. Concebido em 1993 pelo MEC como consequência do Plano Decenal de Educação, o projeto foi colocado sob a coordenação da Secretaria de Educação Fundamental e inserido no Programa de Cooperação Educacional Brasil-França. Em 1995, foi instituído o Comitê Assessor do Projeto Pró-Matemática na Formação do Professor, com a finalidade de dar suporte científico-pedagógico à implantação e implementação do Projeto.

O objetivo geral do Projeto é "fortalecer a formação dos educadores em Matemática e em Educação Matemática, mediante a redefinição dos conteúdos e dos procedimentos pedagógicos adotados nos cursos de magistério e de uma estratégia de estreita articulação entre teoria-prática docente-pesquisa".¹¹

Essas três categorias de ação se influenciam mutuamente. A prática docente naturalmente repousa sobre uma teoria, mas, ao mesmo tempo, é o espaço necessário para a pesquisa educativa. E as teorias são o resultado de reflexões sobre as pesquisas. As três categorias são indissolúveis. A pesquisa é consequência natural da reflexão do docente sobre sua própria prática. O docente-pesquisador, locução que considero redundante, pois todo docente consciente é pesquisador, é quem vai dar os elementos necessários para as teorizações. Reconhecer e estimular o docente na sua condição de pesquisador é prioritário em educação. De outro modo, as teorias educativas jamais chegarão à sala de aula. O Projeto Pró-Matemática privilegia esse reconhecimento.

Uma estratégia é criar mecanismos de comunicação dos centros universitários com professores de sala de aula. Isso pode ser feito através de projetos de pesquisa em colaboração. A internet pode facilitar enormemente essa colaboração. A atual disposição do MEC de entrar no Ensino à Distância certamente irá além do uso de televisão e incluirá internet. Claro, a eficácia dessa estratégia dependerá de se evitar uma linguagem paternalista, e, ao mesmo tempo, evitar o pedantismo acadêmico.

A formação de professores deve ser repensada. Ainda esses novos meios de comunicação e informação são apenas uma fachada, um modismo. De nada serve um televisor ou um computador sem que os professores os utilizem plenamente. Os futuros professores farão uso apropriado desse material se tiverem sido expostos a ele na sua formação. Portanto, a chave é trabalhar com os formadores, isto é, professores dos cursos de magistério e das licenciaturas. A grande maioria dos cursos de formação e as licenciaturas não utilizam TV e computadores. Os futuros professores continuam a serem formados no estilo tradicional -- quadro negro e giz, cadernos e provas. Não usam livros e nem apostilas e jamais viram uma aula de Matemática dada sobre recortes de jornais. Sabem muito pouco sobre o ambiente social e natural no qual eles estão operando. Seguiram e passaram as disciplinas de conteúdo

¹¹ *Projeto Pró-Matemática na Formação do Professor*, MEC/SEF, Brasília, 1997; p.19.

tradicional, desvinculadas entre e desvinculados da realidade. E não escrevem -- pois estão em aula de Matemática, não de Redação.

Consequência: vão para a sala de aula e fazem o que foi feito com eles. Têm medo de televisão, de jornais e são infensos a escrever e ler.

O fundamental é que os futuros professores tenham outras experiências na sua formação. Portanto, a EAD¹² deveria se dirigir prioritariamente aos formadores de professores. E EAD significa não só TV e computadores, mas também jornais, rádios e correspondência.

Como conclusão

O Projeto Pró-Matemática tem procurado influir na formação de professores no aprimoramento de professores em serviço através de oferecer uma visão da Matemática e da Educação Matemática articuladas com a prática na sala de aula. Essa é uma estratégia para levar os PCN a atingirem seu potencial renovador do ensino da matemática.

Entidades como a Sociedade Brasileira de Educação Matemática/SBEM, tanto a nacional como as regionais, têm se unido a esses esforços. A busca de espaços para reflexão sobre as grandes transformações do mundo nessa era de alta tecnologia e de globalização deverá ser prioritária para o professor que pretende ter uma participação na definição dos novos rumos para a educação.

¹² **Nota dos editores:** refere-se à Educação a Distância (EAD).

Pós-graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica de Campinas¹³

Desafios na formação de professores: análise comparativa entre países

Um panorama internacional da educação, em particular da formação de professores, depende dos princípios gerais aos quais quase todos os países, inclusive o Brasil, aderiram.

Todas as medidas estão subordinados aos princípios gerais da Declaração Universal dos Direitos Humanos (1948), que, no seu Artigo 26, estipula:

1. Todos têm direito à educação. A educação deve ser gratuita, ao menos nos estágios elementar e fundamental. A educação elementar deve ser compulsória. Educação técnica e profissional devem ser disponíveis....

2. A educação deve ser dirigida para o desenvolvimento pleno da pessoa e para reforçar o respeito pelos direitos humanos e para as liberdades fundamentais. Deve promover compreensão, tolerância e amizade entre todas as nações, grupos raciais e religiosos, e deve fazer avançar as atividades das Nações Unidas para a manutenção da PAZ.

As diretrizes para a execução desses princípios estão em declarações e outros documentos internacionais, resultados de conferências internacionais promovidas pela UNESCO, dos quais o Brasil é signatário e, portanto, assumiu o compromisso de segui-las.

Algumas referências básicas que se recomendam para orientar as propostas de formação de professores estão nas publicações:

Education for All, Conferência Mundial de Educação para Todos, Jomtien, Tailândia 1990, UNESCO, ISBN 92-3-102769-7, 1991.

Learning: The Treasure Within, ed. Jacques Delors, UNESCO, ISBN 92-3-103274-7, 1996.4

World Education Report 1998, Teachers and Teaching in a Changing World, UNESCO, ISBN 92-3-103450-2, 1998.

Juntamente com a coleção dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do Ministério de Educação, esses documentos deveriam constituir uma disciplina central nos currículos de formação de professores. Lamentavelmente, esses documentos, inclusive os PCN, não comparecem na maioria dos currículos de licenciatura e, tampouco, de pós-graduação e são, em geral, desconhecidos dos professores desses cursos.

¹³ Palestra proferida na Pós-graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, São Paulo, em 18 de maio de 98.

Tive o cuidado de fornecer as referências em ISBN para que essas obras possam ser adquiridas diretamente da UNESCO ou através de qualquer livraria brasileira.

A principal lição que tiramos do exame desses documentos é que
o **objetivo maior** é Educação para Todos e
a **estratégia mais importante** é a Formação de Professores.

É importante notar que, quantitativamente, o número de professores na América Latina é comparável com o dos países desenvolvidos e que muita atenção vem sendo dada à ampliação do quadro de docentes. Dispomos dos seguintes dados quantitativos:

Número de professores por 1.000 habitantes:

Países desenvolvidos: em 1980: 21, em 1992: 24

Na América Latina: em 1980: 19, em 1992: 22

Curiosamente, apesar de baixos salários e condições de trabalho muito precárias, o número de professores tem aumentado. Naturalmente, as condições profissionais podem ser fatores desestimulantes e refletem na qualidade da educação. Considerando que aqueles que se mantêm na profissão são dedicados e veem como sua missão preparar as gerações futuras para eliminar o desequilíbrio social, a iniquidade e as injustiças, os professores devem receber, na sua formação, elementos que o apoiem nessa missão.

O busílis é, portanto, qualitativo:

formar professores preparados para entender e cumprir os objetivos maiores da educação.

Uma reflexão sobre o estado do mundo

As grandes transformações no mundo, que afetam profundamente o conhecimento e o comportamento humanos, são devidas essencialmente a três fatores: Globalização, Informatização e Multiculturalismo. Obviamente, esses três fatores estão intimamente relacionados. Na verdade, tiveram um desenvolvimento simbiótico e assim continuarão.

O que isso reflete nas sociedades de todo o mundo é notado num sistema de transportes que permite, a um custo cada vez menor, o deslocamento rápido de indivíduos, famílias e até comunidades. Esses deslocamentos causam uma profunda reformulação do panorama demográfico. O esvaziamento da zona rural e o agigantamento das cidades é uma consequência dessa facilidade. Culturalmente, provocam uma mestra cultural sem precedentes na história. O multiculturalismo é um fato em qualquer cidade grande.

Esse fenômeno não se restringe a um mesmo país. Cruza fronteiras e as barreiras migratórias estabelecidas pelos vários países, como passaporte e vistos, se tornam incapazes de conter o fluxo.

As consequências desse fluxo para a economia, pobreza e riqueza, e para o comportamento social são evidentes.

Igualmente, o sistema de comunicação desenvolveu-se de tal maneira que esses grandes deslocamentos de populações não signifiquem cortar vínculos com os locais de origem, nem pessoais, nem econômicos, nem culturais. Assim, uma homogeneização cultural, que resultaria em submeter-se ao consumo, comportamento, música, culinária local, ao se fixar no novo ambiente, é, em grande parte, evitada. Diferentemente dos grandes fluxos migratórios do século passado e início deste século. A chamada cozinha étnica, bem como a música, tem uma forte presença nas cidades com grande presença de imigrantes.

Do mesmo modo, a informação sobre o que se passa em todos os cantos do planeta, e até fora dele, é quase total. Televisão, internet, telefone e a imprensa falada e escrita permitem acompanhar, instantaneamente, tudo o que se passa no mundo.

As consequências nos sistemas de produção e de propriedade, na economia e no trabalho são enormes. Empresas multinacionais estão rapidamente se internacionalizando, o sistema monetário se unifica e as decisões sobre empregabilidade escapam dos interesses nacionais.

Do mesmo modo, o controle ambiental passa a ser regulado por legislações supranacionais. O conceito de soberania caminha rapidamente para obsolescência. As grandes decisões e a própria governança nacional estão ligadas a acordos internacionais. As ações nacionais estão subordinadas a interesses e prioridades planetárias.

A globalização é um fato irreversível e, com ela, o multiculturalismo define comportamentos sociais, modos de comportamento e sistemas de explicações. O comportamento teocrático, ainda presente em alguns estados, é insustentável.

Claro, essas transformações tão profundas acarretam sério desequilíbrio social, iniquidade e injustiças. Desemprego, miséria, corrupção, degradação moral são indicadores de um modelo exaurido, insustentável.

Os indicadores mais notados, que contrariam as observações acima, são:

1. restrições ao transporte, por fatores econômicos e legais, como mecanismos de vistos e barreiras alfandegárias;
2. controle, através de censura, das comunicações e da informação;
3. governança e economias nacionais aparentemente fortalecidas, através de reequipar forças armadas nacionais;
4. produção competitiva e especulação financeira e consequente desemprego.

Mas não podemos deixar de reconhecer que esses indicadores estão em rápida superação. Destaco:

1. a criação de blocos de nações, como o Mercosul e a Comunidade Europeia e zonas de livre comércio, e a crescente abolição de vistos entre países;
2. a constante violação de preceitos legais de controle de comunicação e informação, tais como imprensa e emissoras piratas e os hackers;

3. o recurso a forças armadas multinacionais, subordinadas às Nações Unidas, para resolver conflitos localizados;
4. no setor empresarial, o aparecimento e a força de multinacionais e a sua transformação em empresas internacionais, a existência de uma moeda planetária e, no setor governamental, o surgimento de inúmeras ONGs.

Claro, as transformações ainda são lentas e levará mais de uma geração para vermos o surgimento de uma nova ordem planetária. Mas é inevitável chegarmos a isso ... ou ao fim da humanidade.

Professor e educador

Como age o professor, que é um agente da sociedade com a responsabilidade de preparar as gerações para a vida futura? É importante lembrar que a ação do professor e dos sistemas educacionais em geral terá seus efeitos somente no futuro. Um futuro que ninguém conhece. Mas temos indicadores com uma certa segurança sobre o quadro que se descortina para o futuro. Um futuro no qual estarão agindo as crianças que hoje a sociedade nos confia.

O que vem a ser a sociedade? Conceituo **sociedade** como um agregado de indivíduos (todos **diferentes**) vivendo num determinado tempo e espaço, compartilhando valores, normas de comportamento e estilos de conhecimento, isto é, **cultura** e empenhados em ações comuns. Não se pode retirar a individualidade de elemento da sociedade. Ao mesmo tempo, para se ter uma sociedade, é necessário que os indivíduos adiram e compartilhem e tenham comportamentos e conhecimentos.

No compartilhar e aderir a comportamentos que são parte da prática social, o indivíduo aceita certas restrições ao que seria seu comportamento individual. Tendências e impulsos são refreados e as necessidades de cada indivíduo são satisfeitas de acordo com os costumes do grupo e valores que são assumidos e respeitados, criando deveres para com o grupo e direitos de receber do grupo. Sua ação se subordina ao interesse comum e suas necessidades recebem a atenção dos demais membros da sociedade. O problema maior que a espécie humana enfrenta é o equilíbrio entre o comportamento individual, no qual reside a criatividade, e o comportamento social, que é necessário para conviver.

O exercício de direitos e deveres acordados pela sociedade é o que se denomina **cidadania**.

Assim, defino:

Educação é o conjunto de estratégias desenvolvidas pelas sociedades para:

- (i) possibilitar a cada indivíduo atingir seu potencial criativo;
- (ii) estimular e facilitar a ação comum, com vistas a viver em sociedade e exercer cidadania.

Essa definição sugere uma pergunta básica: justifica-se transmitir conhecimentos disciplinares (conteúdos), professar doutrinas, inculcar comportamentos como parte da prática educativa?

A história nos diz que sim, desde que no contexto espacial e temporal e utilizando as metodologias disponíveis no momento.

Isso nos leva a distinguir duas missões, a do

Educador:

aquele que promove a educação e a do

Professor:

aquele que professa ou ensina uma ciência, uma arte, uma técnica, uma disciplina.

Mas ninguém discordará que a missão do professor não é usar sua condição de professor ou ensinar uma disciplina para fazer proselitismo, isto é, converter o aprendiz a sua doutrina, ideia ou disciplina, mas sim usar a sua disciplina para cumprir os objetivos maiores da educação.

Em outros termos, o professor deve subordinar sua disciplina, em particular os conteúdos, aos objetivos da educação e não subordinar a educação aos objetivos, transmissão e avanços da sua disciplina. Em outras palavras, o aprendiz é, como indivíduo, o determinante do conhecimento que lhe é transmitido.

Uma pergunta que ocorre imediatamente é "**como?**"

Um princípio básico é que toda ação se realiza a partir de estratégias que são definidas a partir de informações da realidade. Portanto, a prática educativa, como uma ação, também estará ancorada em estratégias que permitem atingir as duas grandes metas da educação, contidas na definição acima.

Esse princípio nos leva à seguinte definição:

Currículo é conjunto de estratégias para se atingir as metas maiores da educação.

O currículo tem como componentes solidários **objetivos**, **conteúdos** e **métodos**. O solidário significa que não se pode alterar um dos componentes sem que se altere os outros dois.¹⁴

¹⁴ Em alguns trabalhos sobre currículo, ao me referir a esse caráter solidário dos componentes curriculares, denominei "Currículo Holístico". Ver Ubiratan D'Ambrosio: "Un enfoque holístico al concepto de curriculum", *INTERDISCIPLINARIA* (Buenos Aires), v.4, n.1, 1983; pp. 49-59.

Represento essa solidariedade dos componentes do currículo num esquema cartesiano, ressaltando que o currículo é como um ponto no espaço, sendo definido necessariamente pelas suas três coordenadas:

(objetivos, conteúdos, métodos) → **(o,c,m)**

As mudanças de currículo, que devem ocorrer com frequência nos sistemas escolares, só podem se dar se considerarmos para cada momento curricular as três componentes solidariamente.

O currículo nos vários momentos históricos

A história da educação nos mostra que os romanos organizavam os conteúdos do seu currículo em três componentes, a gramática, a retórica e a dialética, e nisso consistia o trivium. Essas disciplinas tinham como objetivos ler e escrever com correção, discursar com clareza e argumentar sobre os temas mais diversos. Claro, isso respondia às necessidades do exercício de cidadania no mundo romano, organizada segundo leis e códigos.

A necessidade de quadros para tarefas mais elaboradas passou a demandar uma formação mais aprofundada, de caráter científico. As disciplinas do currículo correspondente são agrupadas em aritmética, música, geometria e astronomia, nos quais consistia o **quadrivium**. Na Idade Média o quadrivium era praticado nos mosteiros e formava a elite responsável pelos desígnios do Império Romano.

Naturalmente, a ideia que se faz hoje das disciplinas que compunham o não corresponde ao que efetivamente se praticava. Aritmética era basicamente o estudo dos números e de suas propriedades, tais como divisibilidade e algumas características místicas, enquanto a música tinha sua importância por tratar das relações entre os números. Na verdade, eram os primeiros estudos de razões e proporções. A geometria tratava das formas, estáticas, e a astronomia das formas em movimento. Isso bastava para que os intelectuais da Idade Média refletissem sobre as questões mais importantes da época, que eram questionamentos religiosos associados a explicações da natureza e de fenômenos, sobretudo astronômicos. Não podemos nos esquecer que a Filosofia Medieval e, portanto, a Ciência Medieval, tinha como objetivo maior a construção de uma teologia.

Com os descobrimentos de novas terras, novos povos, nova natureza, surge a necessidade de um maior número de indivíduos capazes de lidar com os novos meios de produção, de economia e de gestão das sociedades. E naturalmente capazes de assimilar o pensamento novo que se gerou a partir dos descobrimentos e de suas consequências sociais, políticas e econômicas. A educação não poderia mais ficar restrita às elites. Havia necessidade de recursos humanos melhor preparados. O currículo exige uma ampliação de habilidades e conteúdos. Surge então a necessidade de técnicas para se ministrar um ensino variado a toda a população, e nasce a **Didática Moderna**.

A obra clássica dessa tendência é a **Didactica Magna**, de autoria do teólogo checo Jan Amos Komensky ou Comenius (1592-1670). Comenius dizia que tudo pode ser ensinado a todos. As técnicas para se lograr essa educação universal são, até hoje, presentes na prática educacional.¹⁵

Novo cenário mundial nos séculos XIX e XX

As condições sociais e econômicas que haviam levado ao novo sistema educacional europeu sofreram grandes transformações nos séculos seguintes. Sobre tudo a visão de mundo modificou-se, sobretudo graças às três grandes revoluções do final do século XVII: a Revolução Industrial, com a patente da máquina a vapor em 1769 por James Watt, a Revolução Americana, em 1776 e a Revolução Francesa, em 1789.

Criaram-se novas facilidades de produção, de transporte e de comércio. As noções de espaço e tempo passaram por grandes transformações, assim como o acesso do povo às grandes decisões políticas.

Particularmente importante foi a rápida transformação das colônias inglesas na América do Norte nos Estados Unidos da América e na rápida expansão da nova nação. A conquista dos territórios indígenas abriu, em poucos anos, todo um país para ser povoado. Embora a produção nas antigas colônias inglesas estivesse ainda garantida pela mão de obra escrava, os novos territórios do Oeste necessitavam mão de obra. As dificuldades econômicas da Europa, em grande parte devido ao desemprego resultante da industrialização, tornou o imigrante europeu ideal para povoar o Oeste americano. Inicia-se assim uma enorme absorção de imigrantes europeus.¹⁶ Naturalmente, era necessário que esses imigrantes, vindos de culturas muito diferentes, assimilassem a nova nacionalidade, aprendessem a nova língua e se engajassem no novo sistema de produção e comércio. Fazia-se necessário um sistema educacional com o fim primeiro de preparar a nova nacionalidade. Igualmente, um sistema de educação superior que preparasse para as novas necessidades da economia emergente, baseada em agricultura e mineração. Cria-se então, a escola única, e "land grant colleges", oferecendo educação superior voltada principalmente para agricultura e mineração. Nos interessa em particular a escola elementar única.¹⁷

A educação que se praticava na Europa era pouco adequada para a nova realidade. Na Europa, os estudantes pertenciam a uma comunidade e chegavam à escola conhecendo a

¹⁵ J.A. Comênio: *Didáctica Magna. Tratado da Arte Universal de Ensinar Tudo a Todos* [orig.edn. 1656], Introdução, Tradução e Notas de Joaquim Ferreira Gomes, Fundação Calouste Gulbenkian, 1966; p. 71.

¹⁶ A população e o território passaram de 3.929.214 habitantes em 2.310.900 km² em 1790 para a 23.191.876 indivíduos num território de 7.800.000 km² em 1850.

¹⁷ Ver a discussão sobre isso em Ubiratan D'Ambrosio & Beatriz Silva D'Ambrosio: An International Perspective on Research Through the *JRME Journal for Research in Mathematics Education* vol. 25, n. 6, December 1994; pp. 685-696.

língua e as noções básicas de aritmética comercial e de medições e sobretudo os valores e símbolos religiosos e nacionais da nação à qual pertenciam. O ambiente familiar proporcionava a base cultural sobre a qual fazer a escolaridade. Nas novas terras tudo deveria ser encaminhado pela escola, que tinha na verdade uma função de homogeneização cultural.¹⁸ Tratava-se de construir uma nova nacionalidade. O currículo adequado para esses objetivos focalizava ler, escrever e contar, os chamados "three R's: Reading, wRiting and aRithmetics".

Diferentemente, os latino-americanos não partiram para a conquista de novos territórios após a independência. As lutas entre crioulos procurando poder e hegemonia dominaram esse período. A conquista dos territórios indígenas e a subordinação das culturas conquistados já haviam sido feitas pelas autoridades coloniais. A necessidade de se criar um espírito nacional surge somente no final do século XIX e início do século XX. Aí se implanta uma escola para todos e um currículo baseado nos "three R's", que se mostra um modelo adequado e é assimilado pelos educadores da região. No decorrer do século XX esse modelo se torna o padrão em praticamente todo o mundo.

O conhecimento no mundo de hoje

As dimensões de espaço e tempo hoje são o que era inimaginável no início do século. Fala-se em astros e galáxias que estão a milhares de anos-luz. Cada ano-luz tem aproximadamente 10.000.000.000.000 km. Também sobre o pequeno, fabricam-se *chips* de 500 nanômetros. Um nanômetro tem 1/1.000.000.000 m. Uma notação aritmética até há pouco tempo praticamente desconhecida é hoje necessária. Essas dimensões hoje se escrevem 10^{13} m e 10^{-9} m e se fala em kilo, giga e nano. Geralmente as crianças conhecem isso e não se surpreendem com essas notações. Afinal, os números que aparecem piscando nos fliperamas são muito grandes.

Há também os clones, os crimes, a droga, armas nas mãos de crianças, a gravidez precoce, os atos de terrorismo e até a execução legal de uma pessoa que cometeu um crime há 20 anos e que já havia sido recuperada no seu comportamento. É um outro mundo, cheio de maravilhas, mas também cheio de contradições. Tudo isso é visto no Fantástico¹⁹, que é considerado não tão fantástico pelos jovens, é lido na Superinteressante²⁰, que sem dúvida interessa, é assunto de conversas nas rodas de amigos, é comum nos noticiários de televisão e é, por muitos, experimentado.

¹⁸ ... e pasteurização da diversidade!

¹⁹ **Nota dos editores:** refere-se ao programa brasileiro de televisão "Fantástico", exibido pela TV Globo desde o início dos anos 1970.

²⁰ **Nota dos editores:** refere-se à revista brasileira "Superinteressante", publicada pela Editora Abril desde o fim dos anos 1980.

Muito diferente daquilo que está nos currículos, que é desinteressante, obsoleto, e na sua grande parte inútil.

O mundo atual está a exigir outros conteúdos, naturalmente outras metodologias, para se atingir criatividade e cidadania plena.

Uma proposta de um *trivium* para a nossa era: literacia, materacia e tecnoracia

Um *trivium* para a nossa era deve contemplar a percepção da realidade natural, social e cultural que nos cerca.

Poucos discordam do fato que alfabetização e contagem são insuficientes para o cidadão de uma sociedade moderna. Em alguns aspectos podem ser necessárias, mas certamente são insuficientes. Isto é visto numa crítica aos sistemas de conhecimento disciplinar vigentes.

Proponho literacia, materacia e tecnoracia como componentes para um novo currículo. Esses três neologismos sintetizam minha resposta à crítica que faço da educação como vem sendo praticada. É uma nova conceituação de currículo que acredito responder às demandas do mundo moderno.

LITERACIA:

capacidade de processar informação escrita, o que inclui leitura, escritura e cálculo, na vida quotidiana.

MATERACIA :

capacidade de interpretar e manejar sinais e códigos e de propor e utilizar modelos na vida quotidiana.

TECNORACIA:

capacidade de usar e combinar instrumentos, simples ou complexos, avaliando suas possibilidades e suas limitações e a sua adequação a necessidades e situações diversas.

Com relação à literacia, é importante lembrar que ler, escrever e contar tem hoje características muito distintas das de outros tempos, sobretudo graças à tecnologia. Um estudo comparativo das grandes transformações que ocorreram quando apareceram novas tecnologias afetando o ler, o escrever e o contar e uma análise do que se passou com a aquisição de conhecimento em cada momento em que uma nova tecnologia apareceu escapa às dimensões deste trabalho. Mas sugiro ao leitor uma reflexão sobre a invenção da escrita e do alfabeto, dos sistemas de numeração, em particular o indo-arábico, da imprensa, do rádio e da televisão. Cada uma dessas tecnologias de comunicação trouxe profundas modificações de capacidades cognitivas e tiveram reflexos da maior importância na sociedade.

Ao longo da história todas as sociedades foram se modificando com o surgimento de novos meios de comunicação, de novas tecnologias e de novos modelos de produção e vários outros fatores. Mas é importante notar que nenhum dos novos meios eliminou os demais nem os anteriores. Houve, sim, uma combinação de tecnologias. Mas sempre houve, por parte da escola, grande resistência à incorporação de novos meios.

Hoje estamos entrando na era da teleinformática, isto é, telecomunicações mais o uso generalizado da calculadora e do computador. O que está se passando com os meios anteriores? O que representa saber ler e escrever na sociedade atual? Como será no futuro? Sem dúvida a diversidade cultural, as novas tecnologias e as mudanças profundas na organização da sociedade são essenciais para se abordar essas questões.

A matemática trata do manejo, do entendimento e do sequenciamento de códigos e símbolos para a elaboração de modelos e suas aplicações no cotidiano. O que se espera com isso é o desenvolvimento da criatividade e da capacidade de se desempenhar em situações novas.

Desde os primórdios da humanidade tem-se notícias da importância de símbolos e códigos que são fundamentais para as tomadas de decisões em todos os níveis das populações. Representações têm sido fundamentais na ampliação da realidade através de simulação de situações imaginárias, incorporando mentefatos a ela. Esses mentefatos passam a informar o indivíduo e assim se organizam e se estruturam em sistemas de explicações, crenças e tradições. A crítica dos modos de explicar e das crenças é o ponto de partida para o que poderíamos chamar de matemática, algo essencial no mundo moderno.

A questão maior na capacitação de indivíduos é a passagem da elaboração sobre mentefatos [teorizações sobre fatos que se deram] para a definição de estratégias de ação adequadas para uma situação nova [lidar com fatos novos]. Isso afeta particularmente a aquisição de conhecimentos matemáticos que constituem os currículos escolares. Definir estratégias adequadas depende da elaboração de modelos baseados em experiência com modelos anteriores, e esse é o objetivo maior da modelação matemática. É claro que elaborar modelos exige que se utilize códigos e símbolos do cotidiano. Ora, os códigos e símbolos são fatos culturais e têm, naturalmente, uma historicidade. Particularmente importante é o relacionamento da modelagem e da história.

É possível caracterizar a matemática como o domínio de estratégias que possibilitam a crítica dos modos de explicar, das crenças e das tradições, dos mitos e dos símbolos. Algo característico do conhecimento científico [mentefatos] atual é a sua reificação como tecnologia [artefatos]. O conhecimento científico se manifesta assim num artefato ou numa peça de tecnologia que traduz maneiras de se lidar com o entorno natural e cultural, e à qual se incorporaram os modos de explicar, as crenças, as tradições, os mitos e os símbolos. O manejo dessas tecnologias é possível graças à literacia. A crítica aos sistemas que deram

origem a elas exige a análise desses artefatos e é possível graças à materacia. Essa análise vai nos alertar para possíveis distorções, mau uso mesmo, dos artefatos criados.

E sobre a tecnoracia? Efetivamente, o mau uso da tecnologia domina a atenção da sociedade. Os grandes benefícios que resultam do uso adequado da tecnologia são muitas vezes absorvidos pela população como tendo um caráter de normalidade, ficando assim as críticas para o que não andou bem. E, naturalmente, o que anda mal ofusca o que anda bem.

Os benefícios e as possibilidades abertos pela tecnologia para melhor qualidade de vida para toda a humanidade é inegável. Mas tem havido muitos malefícios. Grande parte dos males associados à tecnologia podem ser localizados em dois focos: objetivos impróprios e utilização irresponsável.

É responsabilidade da educação a preparação do futuro consumidor de tecnologia, convidando-o a refletir, holisticamente, sobre as consequências do uso de determinadas tecnologias.

Por exemplo, a responsabilidade no consumo é o único caminho que se pode apontar para escapar ao problema crescente de poluição urbana (lixo alimentar e industrial) e ambiental (ar, águas e solos). As condições de higiene e de saúde, consequências dessa poluição, se aproximam rapidamente do colapso.

Igualmente importante é preparar o futuro produtor de tecnologia (inventor, empresário, vendedor, operário) para que seu produto seja dirigido a fins positivos.

Essas duas responsabilidades dos sistemas educacionais, que devem ser prioritárias nos níveis mais elementares da escolaridade, são as metas da tecnoracia, que inclui a análise crítica dos objetivos, consequências, ética, história e filosofia da tecnologia.

Embora os **Temas Transversais**, mencionados nos PCN, abordem algumas questões maiores relativas à cidadania, a valores, ao meio ambiente, à espiritualidade, é ingênuo achar que se pode abordar esses importantes aspectos elementos da vida de qualquer indivíduo desligando-os do sistema de conhecimentos dominante. A proposta de Literacia+Materacia+Tecnoracia é permeada pelos Temas Transversais.

A formação de professores

A formação do professor deve ser orientada no que se espera que ele faça como profissional. Ainda se dá importância aos conteúdos organizados como disciplinas. Já se ensaia, timidamente, interdisciplinaridade. Ao se intensificar as práticas e o enfoque interdisciplinar ao conhecimento, os conteúdos tradicionais serão mesclados e subordinados a abordagens

maiores, direcionadas nas vertentes Literacia, Materacia e Tecnoracia, nas quais estão incorporadas reflexões sobre os temas transversais.²¹

O professor de 1º e 2º graus²² tratará das questões maiores da maneira como essas questões foram tratadas no seu curso de licenciatura. Mas em geral elas são ignoradas. E assim não se pode pretender que importantes temas transversais sejam abordados pelos professores das disciplinas se a eles não foi mostrado como essas disciplinas se justificam pela sua inserção na sociedade. Foram a eles ensinadas, mesmo que tenham sido bem ensinadas, disciplinas organizadas em conteúdos frios, congelados, acabados e alienadas dos problemas maiores da humanidade.

O grande fracasso das escolas se prende ao fato que os professores não reconhecem que os problemas maiores da humanidade são o foco de maior interesse dos jovens nos 1º e 2º graus e que para eles as disciplinas só se justificam se vinculadas a esses problemas.

Também é de interesse dos jovens o lúdico, o divertido, o agradável e aí também as disciplinas se justificam se relacionadas com isso.²³

Como pode o professor adotar essas práticas se a ele não foi dada essa oportunidade? É um princípio comprovado que os professores de 1º e 2º graus se comportarão da maneira como seus professores na Licenciatura se comportavam. Cursos repetitivos, conhecimento obsoleto, ausência de pesquisa na graduação, terão como consequência licenciados repetidores, ensinando teorias e práticas ultrapassadas e incapazes de se aventurar pelo novo.

A reorganização dos programas de licenciatura resultará de um novo enfoque à Pós-graduação. Não se pode esperar que novas propostas de licenciatura sejam colocadas em prática por formados no modelo tradicional. A dinâmica das reformulações de licenciatura, que depende de uma rápida evolução do conhecimento e da mudança de interesses dos alunos de 1º e 2º graus, deverá ser conduzida por pós-graduados.

Conclusão

Longe de uma proposta curricular para Licenciaturas ou de fazer um estudo comparativo dos cursos de formação em vários países — pois são, na sua essência, praticamente iguais — preferi tecer algumas reflexões sobre as tendências que tenho notado em todo o mundo.

²¹ A coleção *Temas Transversais*, Editora Fundação Peirópolis, São Paulo, 1998, da qual já foram publicados 4 volumes, é uma excelente orientação para os professores.

²² **Nota dos editores:** hoje, o 1º e 2º graus correspondem ao Ensino Fundamental e Ensino Médio da Educação Básica.

²³ É notável o sucesso da Pedagogia dos Salesianos, proposta por Dom Bosco, ao atrair para as escolas, com intenção de despertar vocacionais, através dos Oratórios Festivos.

Tive oportunidade de pôr em prática o enfoque aqui esboçado num curso de Mestrado em Ensino das Ciências e da Matemática na Universidade Estadual de Campinas, de 1975 a 1980, sob patrocínio do Ministério de Educação e da Organização dos Estados Americanos. Foram formadas quatro turmas, com alunos vindos de todos os países da América Latina e das Caraíbas. O resultado foi considerado excelente.²⁴

²⁴ Ubiratan D'Ambrosio coord., *Ensino de Ciências e Matemática na América Latina*, Editora Papirus, Campinas, 1988.



Prefácio do livro

"Com quantos paus se faz uma canoa!"

COM QUANTOS PAUS SE FAZ UMA CANOA!

**A MATEMÁTICA NA VIDA COTIDIANA
E NA EXPERIÊNCIA ESCOLAR INDÍGENA**

Livro de

Mariana Kawall Leal Ferreira

Ministério da Educação e do Desporto
Secretaria de Educação Fundamental
Departamento de Política Educacional
Assessoria de Educação Escolar Indígena
MEC-1994
Prefácio

A Matemática é conceitualizada como a ciência dos números e das formas, das relações e das medições, das inferências, e da precisão, do rigor, da exatidão. Os grandes heróis da Matemática se identificam na antiguidade grega, Tales, Pitágoras e Euclides, ou na época moderna, Descartes, Galileo, Newton, ou no mundo contemporâneo, Hilbert, Einstein, Hawking. São ideias e são heróis saindo da Europa, ao Norte do Mediterrâneo.

Portanto, falar em Matemática com índios carrega implicitamente uma mensagem do que vem de fora, do que lhes é estranho, do que foi produzido pelo dominador e a ele serve. Devemos encarar a matemática como uma calça "jeans", que os índios começam a trocar pelas suas vestimentas tradicionais, ou como "Coca-Cola", que passa a ser preferida ao guaraná? Ou como um deus que se mostra como sendo mais sábio, mais misericordioso e certamente mais poderoso que Sinaã e outras divindades? Na verdade, estamos como que tentando misturar óleo e água: matemática e índio!

Claro que essa mistura se logra. Nos esquemas da educação oficial conseguiremos, com algum esforço e muita química (isto em termos pedagógicos significa muita metodologia), fazer a mistura. Mas nem o óleo manterá suas propriedades nem a água sua pureza. No caso da matemática, esta será provavelmente inútil e o índio estará ameaçado de perder sua

criatividade. Tudo será feito para satisfazer o cumprimento de um programa mínimo, de requisitos mínimos para que o índio obtenha alguns créditos na sua acumulação de credenciais para atingir o grau de "civilizado". Se não fosse parte de um processo perverso de aculturação através de anulação de criatividade, eu diria que tudo é uma farsa. Mas na farsa, uma vez terminado o espetáculo, tudo volta ao real, enquanto neste drama a imposição de uma forma cultural tão distante e remota, pode levar a uma irreversível castração de criatividade.

Uma pergunta natural depois dessas observações: será então melhor que não se ensine matemática aos índios? Essa pergunta se aplica a todas as categorias de saber/fazer e a todos os povos que mostram uma identidade cultural. Poder-se-ia dizer: impedir que índios vistam "jeans" ou que tomem "Coca-Cola"? Naturalmente são questões falsas, e falso e demagógico seria responder simplesmente **não**. Essas questões só podem ser formuladas e respondidas dentro de um contexto histórico, procurando entender a e(in?)volução irreversível da história da humanidade. A contextualização é essencial para qualquer programa de educação de populações indígenas, em particular para os índios no Brasil.

Contextualizar a matemática é essencial, seja para índios ou não. Afinal, como deixar de relacionar os **Elementos**, de Euclides, com o panorama cultural da Grécia antiga? Ou a aquisição da numeração indo-arábica com o florescimento do mercantilismo europeu nos séculos XIV e XV? Não se pode entender Newton descontextualizado. Talvez seja possível papagaiar alguns teoremas, decorar tabuadas e regras para fazer operações, mesmo calcular algumas derivadas ou integrais que têm nada a ver com nada, nas florestas, nos campos ou nas cidades. No entanto, continuamos a insistir em apresentar ao estudante essa mesma matemática, um constructo do pensamento europeu, absolutamente fora de contexto. Mas o que é mais grave, a matemática "do branco" se apresenta com o poder de deslocar, de eliminar, a matemática "do índio" e, o que é mais grave, de eliminar o próprio índio como entidade cultural. Em particular nos dois exemplos básicos que mencionamos acima, Geometria e Aritmética.

Mariana Kawall Leal Ferreira mostra isso muito bem, através de exemplos, como o sistema binário dos Xavante que foi substituído, como num passe de mágica, por um sistema "mais eficiente", de base 10. Mais eficiente por quê? Como se relaciona com o contexto xavante? Não é diferente de se ensinar Português porque é "mais eficiente", isto é, há mais livros em Português, há jornais e documentos. Sem nenhuma dúvida, sem aprender Português dificilmente o índio terá acesso à sociedade moderna. E será igualmente difícil a ele ter acesso a essa sociedade, sobretudo no que refere a relações comerciais e econômicas, sem o sistema de numeração decimal. Eu mesmo, que tenho como língua materna o Português, dificilmente teria acesso ao ambiente acadêmico internacional sem conhecer Inglês. Mas jamais alguém disse ou mesmo insinuou para mim que o Inglês é uma língua superior, mais

importante que o Português e que o melhor seria que eu esquecesse o Português, quem sabe mesmo ter acanhamento e até vergonha de falar essa língua primitiva! Mas se faz isso com povos, em especial com os índios, seja na linguagem seja nos sistemas de conhecimento em geral, particularmente na Matemática. Sua língua é rotulada inútil, sua religião é credice, sua dança e seus rituais são folclore, sua ciência e medicina são superstições, sua matemática é imprecisa e ineficiente.

Não se discute a necessidade e a conveniência de se ensinar aos índios a língua, a matemática, a medicina, as leis do branco. Chegamos a uma estrutura de sociedade, a conceitos perversos de cultura, de nação e de soberania que impõem essa necessidade. Mas o que se pode e se deve proteger é a dignidade e criatividade daqueles subordinados a esse tipo de aculturação e minimizar os danos irreversíveis que se podem causar a uma cultura, a um povo e a um indivíduo se o processo for conduzido levianamente, muitas vezes até com boa intenção. As consequências de ingenuidade e de perversão não são diferentes em sua essência.

A autora deste importante trabalho mostra, através de inúmeros exemplos, os conflitos conceituais que resultam da introdução da Matemática do branco no contexto indígena, que se manifestam sobretudo na formulação e resolução de problemas aritméticos muito simples. Ela trabalhou entre os Xavante, Suyá, Kayabi e Juruna.

Exemplos variados como transporte em barcos, manejo de contas bancárias e outros mostram que os índios dominam o que é essencial para suas práticas e elaboradas argumentações com o branco sobre aquilo que lhes interessa, normalmente focalizado em transporte, comércio e terra. Assim a Matemática se contextualiza, como bem mostra a autora, como mais um recurso para solucionar problemas novos que, tendo se originado da outra cultura, chegam exigindo os instrumentos intelectuais dessa nova cultura. A etnomatemática do índio serve, é eficiente, é adequada para algumas coisas - muito importantes - e não há por que substituí-la. A etnomatemática do branco serve para outras coisas, igualmente muito importantes, e não há por que ignorá-la. Saber se uma vale mais, é mais eficiente, é mais forte que a outra, não faz sentido, é uma questão falsa e falsificadora, muitas vezes até trabalhada, ingenuamente, por responsáveis pela educação indígena.

O domínio de duas etnomatemáticas, e possivelmente de muitas outras, obviamente oferece maiores possibilidades de explicações, de entendimentos, de manejo de situações novas, de resolução de problemas. Mas é exatamente assim que se faz pesquisa matemática ou, na verdade, pesquisa em qualquer outro campo do conhecimento. O acesso a um maior número de instrumentos e técnicas intelectuais devidamente contextualizados dão muito maior capacidade de resolver problemas novos e de enfrentar situações novas, de modelar adequadamente a situação real para, com esses instrumentos, chegar a uma possível solução

ou curso de ação. Isto é aprendizagem por excelência, isto é, a capacidade de explicar, de compreender, de enfrentar, criticamente, situações novas. Não o mero domínio de técnicas, de habilidades e mesmo a memorização de algumas explicações e teorias.

A educação formal, de índios e de brancos, igualmente, é baseada na mera transmissão (ensino teórico) de explicações e teorias e no adestramento (ensino prático) de técnicas e habilidades. Ambas são totalmente equivocadas do ponto de vista dos avanços mais recentes de nosso entendimento do que é cognição. Como muito bem diz a autora, não há como avaliar as habilidades cognitivas fora do contexto cultural. Obviamente, a capacidade cognitiva é própria de cada indivíduo. Há estilos cognitivos próprios de uma cultura e, assim, diferenças interculturais vêm sendo aceitas, mas há uma certa relutância na aceitação de diferenças intraculturais.

Talvez o pensamento diretor deste trabalho esteja sintetizado na observação da autora ao dizer que enquanto os diferentes princípios organizatórios são de alguma forma compatibilizados para dar inteligibilidade ao sistema social do qual fazem parte, isto não é aculturação, não se elimina a autenticidade e individualidade desses princípios. De fato, ignorar as variações individuais e intraculturais conduz a interpretar as capacidades e a própria ação cognitiva como estáveis, lineares e contínuas, obedecendo a certos princípios de estrutura supostamente inerentes à espécie como um todo. Será desnecessário destacar as limitações e a fragilidade do estruturalismo quando se procura entender a construção intelectual, individual e social, e a construção social do conhecimento, como um todo integrado, como a resultante de uma história social e individual em permanente modificação graças a forças de exposição mútua. A adoção desse estruturalismo tem sido comum entre antropólogos, psicólogos e pedagogos e tem levado a inúmeras propostas educacionais equivocadas. Esses equívocos são mais facilmente identificados no contexto da educação indígena. A prática pedagógica resultante da etnomatemática, da etnociência e das outras etnodisciplinas (não conseguimos ainda superar a contradição implícita nessa denominação) nos dão uma oportunidade única de identificar esses equívocos. A autora faz uma breve análise das teorizações mais recentes que servem de base para as situações formais de ensino, que fundamentam teorias de ensino e aprendizagem.

As discussões precedentes abrem caminho para uma descrição teórica e prática de Etnomatemática, chamada pela autora de uma nova área das etnociências. Minha conceituação de etnomatemática é, como destaca a autora, mais abrangente. Uma etimologia generosa permite reconhecer nessa palavra "a arte ou técnica (tica) de explicar, conhecer, entender, lidar com a realidade (matema) em distintos ambientes naturais e culturais (etno)". Após uma breve apresentação de algumas posições internacionalmente reconhecidas na etnomatemática, a autora discute sua repercussão nas escolas, em particular na educação indígena.

A conclusão leva a uma reflexão sobre o fracasso escolar da Matemática. Em primeiro lugar, considere-se o choque inicial da própria escola, mais especificamente sua organização no estilo estratocrático europeu, mais aceitável para alunos da cidade e totalmente agressivo para os índios. Esse estilo se manifesta na sala de aula, com carteiras cartesianamente dispostas, professores na frente, às vezes elevado, quadro-negro como foco único de curiosidade e atenção intelectual, material de ensino - livros e cadernos - padronizado, listas de chamada organizadas por critérios rígidos, testes, tarefas, elogios e críticas públicas, notas com prêmios - estrela dourada - ou punições, e outras características mais. O resultado é praticamente o mesmo: o aluno é massacrado no seu comportamento, agredido na sua inteligência e tolhido na sua criatividade.

Ao destacar aspectos importantes da "educação do índio", Mariana Kawall Leal Ferreira traz uma contribuição não apenas à problemática geral da educação indígena. Mas sua contribuição é igualmente oportuna, única e eu diria até mesmo inesperada para muitos educadores, para se entender melhor a "educação do branco". Oxalá seja lida e conhecida por educadores sem qualquer qualificativo.

Escolhemos o capítulo 4 de **Com quantos paus se faz uma canoa!** para documentarmos este excelente livro de **Mariana Kawall Leal Ferreira**.

Estudos Recentes em Etnomatemática

"Os primeiros autores a encontrar indícios de que povos nativos desenvolveram aspectos do pensamento matemático, tido até então como fonte de saber exclusivamente ocidental, foram Saint-Lague e A. Bemard Deacon (1926 e 1934b respectivamente, apud Ascher 1988). Tais indícios foram revelados através da análise de desenhos produzidos por traços contínuos como os quebra-cabeças de *folk-cultures* dinamarqueses do século XIX e os traçados contínuos em areia dos Malekula na Nova Guiné. O traçado contínuo de figuras foi indicado por Ludwig Wittgenstein (1956, apud Ascher 1988: 203) como representativo de um problema essencialmente matemático.

Pesquisas sistemáticas nessa área remontam apenas ao final da década de 70. A partir dos anos 80, a Antropologia e a Sociologia passam a ser disciplinas cada vez mais presentes em congressos internacionais de Educação Matemática, dadas as preocupações de natureza socioculturais que permeavam as discussões sobre o tema. Inaugura-se formalmente o aparecimento de uma nova área das etnociências: a Etnomatemática (D'Ambrosio 1990: 12).

A Etnomatemática vem, desde então, se desenvolvendo internacionalmente, conquistando pouco a pouco espaço como disciplina acadêmica. Diferentes expressões do pensamento

matemático têm sido reveladas, equivalentes àquelas tidas como universais, desenvolvidas pela Matemática moderna.

Um dos maiores expoentes dessa nova disciplina no Brasil é Ubiratan D'Ambrosio, que não restringe o campo da Etnomatemática - como querem outros pesquisadores (Ascher 1988; Gerdes 1987; entre outros) - ao estudo de sistemas ou ideias literalmente matemáticos de diferentes povos. D'Ambrosio (1990: 5) refere-se, de maneira ampla, à "arte ou técnica de explicar, de conhecer, de entender nos contextos culturais", concepção esta que está, ainda segundo o autor, "próxima de uma teoria do conhecimento ou teoria da cognição". Isto deriva da adoção de um conceito mais amplo de ciência, que permite analisar práticas comuns de diferentes povos que, aparentemente, são formas desestruturadas de conhecimento. Envolve o reconhecimento de técnicas ou habilidades e práticas utilizadas por distintos grupos culturais na busca de explicar, de conhecer, de entender o mundo que os cerca, a realidade a eles sensível e do manejo dessa realidade em seu benefício e no benefício de seu grupo". Foi justamente a nossa maneira de contar, medir, classificar, ordenar e inferir que permitiram a Pitágoras (filósofo grego do século VI a.C.) identificar o que seria a disciplina científica que ele chamou de matemática (idem, ibidem).

O "Programa de Etnomatemática" que D'Ambrosio defende parte de um enfoque holístico da construção de conhecimentos, para o qual se faz necessária a análise histórica do contexto (idem: 7). O conhecimento apresenta-se cognitiva e historicamente como um todo e a "fonte primeira de conhecimentos" é a própria "realidade na qual estamos imersos: o conhecimento se manifesta de maneira total, holisticamente, e não seguindo qualquer diferenciação disciplinar (idem: 8).

Os recentes trabalhos na área da etnomatemática mostram que a Matemática desenvolveu-se de maneira distinta entre as várias culturas e é expressa por modos particulares de raciocinar logicamente traduzidos por distintos modos de quantificar, calcular e medir.

O traçado contínuo de figuras é analisado por Ascher, retomando os trabalhos de Saint-Lague e Deacon (Ascher 1988), examinando a ocorrência desse procedimento de desenhar em regiões da África e na Oceania, com especial atenção para os contextos culturais nos quais emergem. A autora conclui que ideias matemáticas como os processos algébricos usados na confecção dos traçados são expressas nesses desenhos. Essas ideias são parte da vida diária de diferentes povos e sua utilização não se restringe a necessidades práticas. Pertencem, tanto quanto às nossas ideias matemáticas, à história global e contemporânea dessa disciplina.

Balfanz (1988) procura decifrar as habilidades e conhecimentos matemáticos que crianças oriundas de distintos ambientes trazem para dentro da escola. O autor compara a

"experiência matemática-ambiental" de crianças provenientes de sociedades tradicionalmente agrícolas e de grupos inseridos numa economia de mercado na Nova Guiné. Analisa os efeitos que as diferentes oportunidades trazidas por estas experiências têm sobre o desempenho escolar. Para tanto, ele examina: 1) o conhecimento matemático explicitamente adquirido fora da escola; 2) o conhecimento matemático implicitamente adquirido ou implicitamente disponível através da participação em atividades ambientais; e 3) as influências da experiência ambiental sobre a cognição matemática.

Segundo esse pesquisador, os diferentes níveis de desempenho numérico de diferentes grupos estão relacionados com o tipo de ambiente. Crianças de povos mercantis e agricultores da África desenvolveram diferentes estratégias para resolver problemas matemáticos. As estratégias das crianças provenientes do grupo mercantil para resolver problemas de adição, por exemplo, envolviam memorização e reagrupamento, enquanto que crianças do grupo de agricultores contavam. As crianças da sociedade mercantil, mais expostas a números, demonstraram maior conhecimento numérico, comparadas às crianças de povos tradicionalmente agrícolas da Nova Guiné.

Ao afirmar que crianças vivendo em centros urbanos têm maior exposição e compreensão de situações que envolvem o uso de conhecimentos matemáticos do que crianças que vivem em áreas rurais, Balfanz reduz o que ele chama de "conhecimento matemático" àquele produzido pela Matemática moderna. Lave (1988: 4) nos alerta para o perigo de usarmos o "pensamento científico" como medida adequada para diagnosticar e prescrever soluções para o "pensamento diário" observado nos experimentos e na escolarização. E Balfanz, ao diagnosticar o "menor nível de conhecimento matemático" das crianças agrícolas parece valer-se estritamente de parâmetros ocidentais de avaliação. Cole *et alii* (1971) também incorrem neste erro em seus experimentos entre os Kpelle ao atribuir às variáveis ocidentalização e escolarização a responsabilidade pelo sucesso ou fracasso do uso de habilidades cognitivas em contextos variados. Estas variáveis são também usadas por Luria (1990) ao analisar as alterações dos processos mentais associados com a atividade cognitiva em diferentes etapas do desenvolvimento sócio-histórico.

Balfanz (1988) admite que certas atividades como a própria agricultura, a pesca e a construção de casas, expressam conhecimentos matemáticos, porém de forma "implícita" e adquiridos através de processos de aprendizagem e desempenho das atividades em questão (idem: 166). O que não fica claro, segundo o autor, é se o entendimento matemático implícito, envolvendo o uso de princípios e conceitos matemáticos, facilita o desenvolvimento do conhecimento matemático explícito.

É justamente o conhecimento matemático implícito que exige maiores estudos, por ser difícil definir e por ser complicado também entender seu impacto no desempenho escolar. O autor

conclui (op. cit.: 174) que esse tipo de conhecimento não afeta automaticamente o desempenho matemático na escola, mas é um conhecimento acumulado cujo uso deve ser encorajado através de esforços pedagógicos.

A Etnomatemática no Contexto Escolar

Em países pluriétnicos como o Brasil, o fracasso escolar (principalmente em relação à Matemática e às Ciências exatas de um modo geral) de crianças provenientes de grupos minoritários - expresso pelos altos índices de repetição, evasão escolar e má formação para o ingresso em níveis superiores de ensino - tem mostrado a necessidade de se reavaliar os sistemas de ensino vigentes. As próprias minorias têm reivindicado que os currículos escolares reflitam a natureza multicultural das escolas, incluindo nos programas conhecimentos provenientes de diferentes povos. Sociedades indígenas no Brasil defendem, hoje, não só a inclusão de seus saberes tradicionais nos programas escolares, mas a autoria da formulação desses programas erigidos e orientados a partir de suas concepções de educação. Há grupos negros na Bahia com a mesma posição e com experiências de currículos diferenciados em andamento já há alguns anos.

Paralelamente a esse processo reivindicatório e, inclusive, em razão dele, pedagogos, psicólogos, antropólogos, biólogos, físicos, matemáticos, entre outros profissionais, têm mostrado, como vimos acima, a riqueza dos conhecimentos tradicionais de diferentes culturas.

Se o avanço nos estudos sobre etnoconhecimentos nas áreas de Biologia, Astronomia, Medicina e Geografia, entre outras, pode ser associado a pressões ambientais, o fracasso escolar de crianças com a Matemática tem despertado o interesse e difusão da etnomatemática. Segundo D'Ambrosio, "A preocupação maior, do ponto de vista de educação, e o passo essencial para a difusão da etnomatemática, é levá-la para a sala de aula" (1990: 87).

A Matemática é a disciplina de foco nos sistemas educacionais, sendo matéria obrigatória e universal constante de todos os currículos, em todos os graus de instrução e em todos os países do mundo. O peso que desempenha nos programas curriculares e a intensidade e universalidade de seu ensino têm razão de ser. A Matemática, tal qual é pensada e transmitida através da escolarização, se deve ao fato do saber servir, de acordo com D'Ambrosio (idem: 14) de "base para a tecnologia e para o modelo organizacional da sociedade moderna. A matemática e o processo de dominação que prevalece nas relações com o Terceiro Mundo estão intimamente associados (...). Em resumo, a matemática está associada a um processo de dominação e à estrutura de poder desse processo".

Os constantes fracassos em Matemática são interpretados, porém, como incapacidades pessoais. Burrice e preguiça são termos frequentemente usados para qualificar insucessos de crianças e jovens nesta área. Até mesmo critérios racistas como "determinações genéticas" são evocados para explicar fracassos, principalmente no caso de minorias étnicas, revelando um ranço evolucionista que persiste no senso comum.

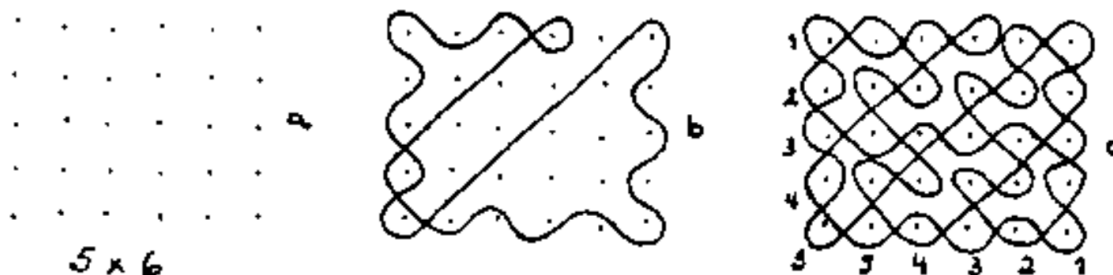
A falta de material didático para o ensino da Matemática em áreas indígenas me foi justificado por técnicos do Departamento de Educação da FUNAI, em 1980, com o clichê "índio não aprende Matemática". Não adianta que eles nunca vão conseguir, eu tenho experiência nisso", me dizia, convicta, uma professora que trabalhava em área indígena Xavante. Relatórios que elaborei em 1982 para a FUNAI com índices de excelente aproveitamento em Matemática dos alunos Suyá, Kayabi e Juruna foram devolvidos pelo órgão com a seguinte observação: "A professora quer, mediante a prática de superestimar a capacidade dos índios, justificar sua permanência na área. Refazer e mandar as provas em anexo". Os preconceitos são, como vimos, infundados.

A implicação e uso de etnoconhecimentos no contexto escolar constitui, porém, um desafio. No caso da Matemática, as habilidades e conhecimentos trazidos pelas crianças para a escola aumentam o desempenho das crianças em sala de aula? É viável utilizar estes conhecimentos na educação matemática formal?

De acordo com Brenner (1985, apud Balfanz 1988: 164-165), crianças da sociedade Vai na Libéria faziam uso em sala de aula de métodos de contar tradicionais dos Vai, aliados ou não aos métodos ensinados nas escolas. Os alunos inventavam diferentes estratégias, combinando procedimentos Vai àqueles da Matemática moderna. Isto ocorria, porém, porque os professores incentivavam o uso de diferentes estratégias na resolução de problemas matemáticos, gerando diferentes soluções para um mesmo problema. Isto levou Balfanz (idem, ibidem) a concluir que o uso de procedimentos matemáticos tradicionais em contextos escolares depende da natureza do processo escolar. Em outras palavras, se os alunos têm a liberdade de resolver problemas matemáticos em sala de aula de acordo com diferentes estratégias, a probabilidade de sucesso é aumentada.

Os possíveis usos de ideias matemáticas em um contexto escolar são demonstrados através de exemplos concretos por Gerdes (1987), em seu estudo sobre traçados em areia efetuados pelos Tchokwe, povo nativo de Angola. A partir de esquemas de pontos equidistantes dispostos na areia para a confecção dos traçados pode-se induzir estudantes de Matemática, tanto Tchokwe como aqueles provenientes de outros povos angolanos, a descobrir diversas relações aritméticas, como progressões aritméticas e propriedades geométricas.

Os exemplos usados por Gerdes incluem a análise da representação simbólica do provérbio Tchokwe "creeper is the firewood of old people" (idem: 3) expresso graficamente da seguinte maneira:



O processo de construção desse traçado envolve relações aritméticas que podem expressar o seguinte caso de progressão aritmética (idem: 3-7):

$$5 \times 6 = (1+2+3+4+5)+(5+4+3+2+1) = 2 \times (1+2+3+4+5), \text{ o que equivale dizer que } 2 \times (1+2+3+\dots+n) = n(n+1).$$

Outras propriedades aritméticas podem também ser trabalhadas em sala de aula a partir dos traçados Tchokwe como ideias geométricas de simetrias bilaterais e a determinação geométrica do maior múltiplo comum de dois números naturais (idem: 7-16).

A incorporação da tradição artística-matemática Tchokwe no contexto escolar pode contribuir, segundo Gerdes, para a valorização da prática entre esse povo e para uma educação matemática mais produtiva e criativa porque evita a "alienação sociocultural e psicológica" (idem: 17). Contribui também para o processo de reconstrução da nação angolana no momento em que integra diferentes formas de conhecimento matemático ao currículo nacional do país. Consolida também a ideia, entre esse e outros povos da África, que a Matemática não é uma criação exclusiva do homem branco, mas que todos os povos (grifo do autor) têm sido capazes de desenvolver Matemática (idem: 18).

Este trabalho de Gerdes demonstra possibilidades do uso da Etnomatemática num contexto escolar para o entendimento, por parte dos alunos, da Matemática moderna. Fica claro, porém, que para se chegar a essa constatação a partir de conhecimentos matemáticos expressos de maneiras diferenciadas àquelas que a Matemática moderna faz uso (escrita, símbolos gráficos), é necessário ter uma mínima formação na disciplina. Os conhecimentos,

como diz Balfanz (1988), não são explícitos e torna-se necessária uma interpretação a partir das ideias da Matemática moderna. Fica evidenciada a importância de uma abordagem interdisciplinar à construção de conhecimentos que possam integrar os programas de educação escolar. Sendo necessária a participação de especialistas para decifrar os conhecimentos matemáticos implícitos (à luz da Matemática moderna) nas diferentes manifestações culturais das diferentes sociedades.

A Educação Matemática em Áreas Indígenas

Experiências com educação indígena no Brasil, como aquela desenvolvida no Acre pela Comissão Pró-Índio do Acre (CPI/AC) com apoio do projeto "Interação entre a escola e os diferentes contextos culturais no Brasil desde 1983 (Cabral *et al.* 1987), colocam questões semelhantes sobre a educação matemática. Discute-se a maneira de fazer a passagem da habilidade matemática desenvolvida no cotidiano à introdução de conceitos matemáticos novos em sala de aula partindo do pressuposto de que a atividade matemática é parte integrante da cultura de cada sociedade. Segundo E. Sebastiani (1957: 48), assessor na área de Matemática para o III Curso de Formação de Monitores organizado pela CPI/AC (1985), é necessário mostrar aos monitores que a educação não está desvinculada do seu cotidiano. Fazer medições, contagens, desenhar ou construir figuras geométricas é hábito de seu dia a dia e esses hábitos podem ajudar na escola quando se trata da aquisição de novos conceitos.

O conhecimento matemático dos monitores presentes ao curso foi explicitado através do exemplo da construção de uma casa indígena. A partir das codificações matemáticas presentes na construção, os assessores transmitiram a técnica de como fazer uma planta, usando os conceitos de proporção, figuras geométricas e áreas dessas figuras. Seguindo esta orientação, Carvalho (1987: 79-84) procurou fazer um levantamento da Matemática no contexto das aldeias indígenas do Acre para evidenciar as relações e estruturas geométricas e aritméticas presentes nas situações produtivas, como na agricultura e na extração de borracha, para utilização no contexto escolar.

Os dados levantados por Carvalho (*idem*) apontam, porém, para a necessidade dos conhecimentos matemáticos dos povos indígenas serem levantados com o maior rigor possível, dado que ao fazermos, nós mesmos, este levantamento, corremos o inevitável risco de partirmos de parâmetros e conceitos da Matemática moderna na avaliação dos resultados obtidos. O autor conclui, por exemplo, pela não-utilização de "nenhum tipo de operação" matemática, "própria da cultura indígena, por meio da oralidade", pelos Yawanawá, Kaxinawá do rio Purus e Katukina do Igarapé Olinda, Acre.

Ora, os próprios termos usados pelas sociedades citadas nos seus sistemas de contagem, apresentados por Carvalho (*idem*), denotam a utilização de operações de, no mínimo, somar e talvez as de subtrair, multiplicar ou dividir. Afirma de maneira apressada que as dificuldades

encontradas pelos índios na resolução de problemas de aritmética se devem não somente à terminologia empregada nos enunciados, mas à falta de correspondência da "lógica" do raciocínio aritmético na cultura (idem: 83) quando os estudos na área da Etnomatemática demonstram não só a correspondência mas também a equivalência de lógicas utilizadas por diferentes povos em seu pensamento matemático.

Carvalho (idem) defende, ainda, ser a alfabetização e a pós-alfabetização em língua portuguesa "condição pragmática para o ensino da matemática", o que é questionável, sabendo-se que a Matemática se concretiza diferentemente conforme o contexto, expressando-se por meio de outras representações, gráficas ou não, e que dela fazem uso de maneira muito mais eficiente, inclusive povos sem o domínio da escrita (Lave: 1988; Carraher et alii 1991, entre outros). Carvalho parece fazer uso, em suas avaliações, de critérios difundidos pelo "pensamento científico" enquanto medida adequada para diagnosticar e prescrever soluções para o ensino da educação matemática.

A "Apostila de Matemática para o Índio/Seringueiro", organizada por E. Sebastiani (s/d) para os índios do Acre, é tentativa pioneira e concreta de se ensinar Matemática através de unidades de medida e noções de geometria utilizadas por índios da região em seu cotidiano. Parte-se do contexto socioeconômico do qual os índios fazem parte, que é expresso na apostila pela comercialização do produto da atividade seringueira. Utilizando-se padrões geométricos da cultura material Caxinauá para introduzir noções de Geometria a partir das quais os alunos podem fazer mapas, plantas e desenhos, facilitando a compreensão matemática e geográfica sobre o lugar em que vivem.

A Etnomatemática tem sido discutida também em encontros de professores não-índios que atuam em áreas indígenas como aqueles organizados pela Operação Anchieta (OPAN; Emiri e Monserrat 1989).

Escolas urbanas e rurais vêm adotando, de modo experimental, a Etnomatemática desde a década de 70. Sebastiani (1987: 78) sugere para as escolas indígenas do Acre o método de ensino baseado na Etnomatemática usado em escolas da região de Campinas. A "Escola da Vila", de São Paulo, vem também seguindo nova orientação em relação à educação matemática levantando problemas semelhantes àqueles encontrados na aprendizagem desta disciplina em áreas indígenas. Como exemplo, a resolução de problemas, os diferentes sistemas de contagem e a multiplicação através da decomposição (Haddad 1991).

Questiona-se, da mesma maneira para as escolas indígenas, se o fracasso de crianças na Matemática não seria um fracasso da própria escola, ou dos métodos de ensino da disciplina. As dificuldades encontradas por crianças não-índias no contexto urbano com aprendizagem da Matemática (Lave 1988; Carraher et alii 1991; Haddad 1991) assemelham-se àquelas enfrentadas por índios na mesma situação. As propostas alternativas buscam, de maneira

semelhante - guardadas as especificidades de cada caso -, construir um programa de ensino (a própria Etnomatemática, de acordo com D'Ambrosio 1990) a partir dos conhecimentos e habilidades expressas pelos próprios sujeitos da aprendizagem, com especial ênfase ao papel do contexto no desempenho matemático. O pensamento matemático desenvolvido por diferentes sociedades emerge hoje como rica fonte de conhecimentos com os quais os professores podem trabalhar se partirem dessa premissa fundamental e compartilharem, com os sujeitos envolvidos, o processo coletivo e holístico da construção de conhecimentos."



O fazer matemático: uma perspectiva histórica

III Seminário Nacional de História da Matemática, Vitória, ES, 28-31 de março de 1999

"l'histoire des sciences est avant tout l'histoire de leurs sprit philosophique, de la représentation que les hommes se sont faits à chaque instant de l'univers, quand ils essayent de la préciser et de la légitimer, d'apporter leurs preuves et leurs raisons aussi loin qu'ils le peuvent". Abel Rey, 1935

Matemática e criatividade

O essencial neste trabalho se refere à natureza do conhecimento matemático. Como, se é que, o conhecimento matemático difere de outras formas de conhecimento? O que é o conhecimento matemático? Como se insere no ciclo evolutivo da espécie? O que tem de universal o conhecimento matemático que se originou na Antiguidade Grega?

Essas são questões que podem ser sintetizadas numa questão que domina a filosofia da matemática:

A matemática é criação ou descoberta?

O tema é muito complexo e tem muito a ver com as relações da matemática com outras formas de conhecimento: matemática e sociedade, matemática e arte, matemática e literatura¹, matemática e religião, matemática e técnicas, matemática e produção, e não terminaríamos essa lista. Cada uma dessas constitui, em si, uma linha de pesquisa.

Ao dicotomizar a natureza do fazer matemático, cria-se um espaço falsificador, que proporciona discussões estereis, enganosas e até agressivas. Essa é, no meu entender, uma pergunta falsa.

O fazer matemático é, sem dúvida, intrigante. Gosto de mencionar um projeto que, levado a termo, ajudaria na elucidação das peculiaridades do fazer matemático. Trata-se do projeto "How mathematicians work?", que foi conduzido há cerca de dez anos pelo IMA: *Institute of Mathematics and its Applications*, da Inglaterra. Baseando-se nesse projeto, proponho as seguintes questões:

¹ Ver Ubiratan **D'Ambrosio**: *Mathematics and Literature, Essays in Humanistic Mathematics*, ed. Alvin M. **White**, The Mathematical Association of America, Washington DC, 1993;pp.35-47.

1. SOMOS CAPAZES DE MEDIR CRIATIVIDADE MATEMÁTICA?
2. SÃO OS CRIATIVOS MATEMÁTICOS DIFERENTES DE OUTROS CRIATIVOS?
3. QUE PAPÉIS TÊM VERDADE E ERRO NAS PRÁTICAS MATEMÁTICAS?
4. A MATEMÁTICA É VISTA PELOS QUE A PRATICAM COMO UMA TÉCNICA, UMA ARTE, OU ALGO SUI GENERIS?
5. PODEM ASPECTOS COGNITIVOS E AFETIVOS DA MATEMÁTICA SEREM ENSINADOS ou SÃO SIMPLEMENTE APRENDIDOS? E QUE SÃO ESSES ASPECTOS?
6. QUE ASSISTÊNCIA PODE-SE ESPERAR NA CRIAÇÃO, APRENDIZADO e APLICAÇÕES DA MATEMÁTICA?
7. POR QUE ALGUÉM DECIDE SER MATEMÁTICO?
8. A MATEMÁTICA É PRODUZIDA INDIVIDUALMENTE OU SOCIALMENTE?
9. AS MEDIDAS DESSA PRODUÇÃO DIFEREM DE OUTRAS MEDIDAS DE PRODUÇÃO? COMO?
10. É POSSÍVEL AQUILATAR A QUALIDADE DESSA PRODUÇÃO? COMO?

Essas dez perguntas constituem, em si, um importante projeto de pesquisa, que pode ser conduzido em diversos ambientes e tratando das disciplinas mais diversas.

Uma das melhores reflexões que conheço sobre o que é criatividade matemática está na entrevista que Ennio De Giorgi, um dos grandes matemáticos do século, concedeu a Michelle Emmer poucos meses antes de sua morte, em 1996. Nessa entrevista, De Giorgi diz: "Eu penso que a origem da criatividade em todos os campos é aquilo que eu chamo a capacidade ou disposição de sonhar: imaginar mundos diferentes, coisas diferentes, e procurar combiná-los de várias maneiras. A essa habilidade — muito semelhante em todas as disciplinas — você deve acrescentar a habilidade de comunicar esses sonhos sem ambiguidade, o que requer conhecimento da linguagem e das regras internas a cada disciplina."²

A matemática e o Ocidente

Ao abordar o conhecimento matemático, tomando como referência a matemática acadêmica, ficam privilegiados uma determinada região e um momento na evolução da humanidade. De fato, quando nos referimos à matemática, estamos identificando o conhecimento que se originou nas regiões banhadas pelo Mar Mediterrâneo. Mesmo reconhecendo que outras culturas tiveram influência na evolução dessa forma de conhecimento, sua organização intelectual e social é devida aos povos dessas regiões. Por razões várias, ainda pouco explicadas, a civilização ocidental que resultou dessas culturas

² Michele **Emmer**: Interview with Ennio **De Giorgi**, *Notices of the AMS*, vol. 44, n° 9, October 1997, pp.1097-1101.

veio a se impor a todo o planeta. Com ela, a matemática, cuja origem se traça às civilizações mediterrâneas, particularmente à Grécia antiga, também se impôs a todo o mundo.

Ao atentar nos modos como o processo de evolução da humanidade é descrito, analisado, interpretado e usado nas várias maneiras de se organizar o conhecimento histórico, surgem algumas questões que discutirei a seguir. Mesmo adotando uma postura holística, vou dar maior atenção à história do conhecimento científico, em particular matemático.

A ciência moderna nasceu enquanto o chamado Velho Mundo se deslumbrava com a nova realidade que representou o Novo Mundo e, a partir de então, sua evolução se fez com a necessária participação de todos. Ao reconhecermos uma contribuição mais intensa de cientistas do Velho Mundo na construção da sociedade moderna, é importante lembrar que o cenário natural, cultural e social do Novo Mundo foi fundamental para o imaginário que serviu de base para essa mesma construção e que, até os dias de hoje, a natureza e a cultura exuberantes do hemisfério conquistado ainda ativam esse imaginário.

A presença das Américas na elaboração do pensamento científico e cultural da Europa cresce em importância desde o primeiro século do encontro até os dias de hoje. Um notável esforço de conciliação faz com que episódios que não podem ser classificados de outra maneira que genocídio humano e cultural, perpetrados nos anos difíceis da época colonial e durante a independência crioula, cedam hoje lugar à busca de novos rumos para a humanidade, com a finalidade maior de sobrevivência do planeta e da civilização.

No que se refere ao Novo Mundo, particularmente à América Latina, cabe aos historiadores das ciências a recuperação de conhecimentos, valores e atitudes, muitas vezes relegados a plano inferior, ignorados e, às vezes, até reprimidos e eliminados, que poderão ser decisivos na busca desses novos rumos. Cabe reconhecer que somos uma cultura triangular, resultado das tradições europeias, africanas e ameríndias, e que isso tem um impacto permanente em nosso cotidiano latino-americano.

A matemática e a periferia

Devemos reconhecer que as nações periféricas são não mais que afluentes do curso principal do atual do desenvolvimento científico e tecnológico das nações centrais³.

³ Falo em nações periféricas e nações centrais para me referir àquelas que participaram e participam do processo de globalização do planeta que se iniciou no final do século XV na condição de colônia ou nação politicamente independente mas economicamente dependente, e nações centrais aquelas que foram ou são metrópoles coloniais ou detentoras dos meios e controle de produção e comércio. Em momentos variados as nações periféricas foram chamadas Terceiro Mundo, subdesenvolvidas, em desenvolvimento, emergentes e outros eufemismos.

Vamos refletir sobre o que se entende por matemática e qual o objeto de seu estudo. Isto é, fazer uma reflexão sobre a Filosofia da Matemática. E não se pode negar que a História da Matemática está atrelada à Filosofia da Matemática.

Uma vez identificados os objetos do estudo, a relação de fatos, datas e nomes depende de registros, que podem ser de natureza muito diversa: memórias, práticas, monumentos e artefatos, escritos e documentos. Essas são as chamadas fontes históricas. E a interpretação depende de ideologia na forma de uma filosofia da história. Esse depender é a essência do que se chama historiografia.

A história tem servido das mais diversas maneiras a grupos sociais, desde família, tribos e comunidades, até nações e civilizações. Mas, sobretudo, tem servido como afirmação de identidade. Em particular, a História da Matemática tem sido muito afetada por isso. É interessante notar o que o historiador soviético Konstantín Ribnikov diz no capítulo introdutório de seu livro: "No estrangeiro [Ribnikov vivia na então União Soviética] se dedica grande atenção à história das matemáticas. A ela está dedicado um conjunto de livros e artigos. Nem tudo neles é, porém, fidedigno. Às vezes, os autores de obras sobre história da ciência subordinam seu trabalho a fins distantes da objetividade e do caráter científico." E depois de vários parágrafos de crítica à orientação idealista e reacionária desses livros e artigos, Ribnikov conclui: "A luta entre as forças progressistas e reacionárias na ciência matemática, que é uma das formas da luta de classes, se revela de forma mais intensa nas questões históricas e filosóficas das matemáticas... Ela [a história da ciência] deve estar bem organizada como parte da educação ideológica do estudantado e dos trabalhadores científicos."⁴

A última frase da citação se aduna com a minha afirmação de não haver como escapar do caráter ideológico da História da Matemática, assim como de reconhecer que a ação educativa é uma ação política.

Igualmente, ao filósofo das ciências e da tecnologia cabe entender as tramas conceituais que permitem reconhecer, identificar e valorizar formas de explicações e de ações classificadas como científicas e tecnológicas.

Isso é particularmente importante se atentarmos para os descobrimentos e os processos de conquista e colonização. Distorções que deram como resultado a angustiante situação atual de coexistirem um mundo de fartura e prosperidade com um mundo de miséria e desumanidade, e a aterrorizadora perspectiva de extinção da civilização no planeta.

Poderíamos sintetizar essas prioridades perguntando história de quem, do ponto de vista de quem, com que intenções?

⁴ Konstantín **Ribnikov**: *História de las Matemáticas*, Editorial Mir, Moscou, 1987, p.19.

A contribuição dada pelas nações periféricas ao avanço da ciência e da tecnologia das nações centrais é, como um todo, trivial e marginal. Mas é inegável que, embora quantitativa e qualitativamente diferenciada, a produção científica e tecnológica dessas nações relativamente a seu próprio curso histórico tem sido não menos que essencial. O objetivo desta proposta é estudar a historicidade, muitas vezes negada, dessa produção.

Nos países periféricos e nas populações marginalizadas dos países centrais nota-se o mesmo. A atenção dada às contribuições dos locais tem sido quase nenhuma. Embora a produção dos locais tenha sido, muitas vezes, insignificante, defasada e até mesmo equivocada quando comparada com aquela dos países centrais e das classes dominantes, é importante estimular pesquisa sobre fatos e personagens que tiveram, num certo momento, grande importância e repercussão entre seus pares e sua comunidade. Assim como as ações do presente, em particular a pesquisa científica e tecnológica, devem focalizar prioridades locais, mesmo que muitas vezes essas prioridades não se situem nas fronteiras do conhecimento, a pesquisa histórica também deve ser dirigida a coisas de interesse local⁵.

Reconheço quão perigosa é essa proposta e o risco que se corre de cair no ufanismo que, tanto do ponto de vista histórico quanto para ações no presente, contribui para mascarar a verdade histórica e pode abrir espaço para um desenvolvimento equivocado⁶. Mas risco não pode ser justificativa para inação.

Ao historiador das ciências e da tecnologia cabe não apenas o relato dos grandiosos antecedentes e consequentes das grandes descobertas científicas e tecnológicas, mas, sobretudo, a análise crítica que revelará acertos e distorções nas fases que prepararam os elementos essenciais para essas descobertas e para sua expropriação e utilização pelo poder estabelecido.

O conhecimento

No estado atual do conhecimento, podemos orientar nossas reflexões a partir das seguintes questões:

⁵ Ver Ubiratan **D'Ambrosio**: "Adequate Mathematics for Third World Countries: Consideranda and Strategies", *Developing Mathematics in Third World Countries*, ed. M. El Tom, Mathematics Studies 33, North-Holland Pub. Co., Amsterdam, 1979; pp.33-46.

⁶ Essa é a razão do grande conflito que se manifesta hoje com relação ao "Afrocentrismo", uma proposta de revisão da história que privilegia a participação africana na construção do conhecimento grego. Um artigo representativo desse movimento é de Beatrice **Lumpkin**: "Africa, Cradle of Mathematics", *Ganita-Bharati*, vol.19, nos. 1-4(1997),pp-1-10. Uma coleção de artigos que mostram muito bem a intensidade dessas discussões é o livro *Black Athena Revisited*, ed. by Mary R. **Lefkowitz** and Guy MacLean **Rogers**, The University of North Carolina Press, Chapel Hill, 1996.

1. O que é realidade?
2. Como o indivíduo recebe informações que deflagram o processo cognitivo? Como funcionam os mecanismos sensoriais? O que é memória? O que é intuição?
3. Como se dá a comunicação? Quais seus limites? Quais as consequências da interação comunicativa?
4. Como se dá a geração individual do conhecimento?
5. Qual o processo social de geração do conhecimento?
6. Como o conhecimento já coletivizado se estrutura e é validado como um corpo de conhecimento? O que é verdade?
7. Como o conhecimento é reconhecido como elemento de poder? Quais os mecanismos de expropriação e de hierarquização de conhecimento?
8. Como se organiza a difusão do conhecimento? Como se disparte o conhecimento?
9. Quais os interesses e filtros que canalizam esse dispartir?
10. Como tem sido quebrado o ciclo geração-organização-expropriação-difusão ao longo da história?

As etapas identificadas, sintetizadas nas 10 questões acima, permitem uma análise histórico-crítica do conhecimento. Cada uma dessas questões constitui um programa de pesquisa e, no seu conjunto, uma proposta historiográfica⁷.

Embora esteja começando a se delinear uma tendência na historiografia atual de encarar o conhecimento científico e tecnológico sob esse prisma, a matemática e sua história têm sido imune a essas reflexões. As 10 questões, focalizadas no conhecimento matemático, dão origem a um riquíssimo programa de pesquisa.

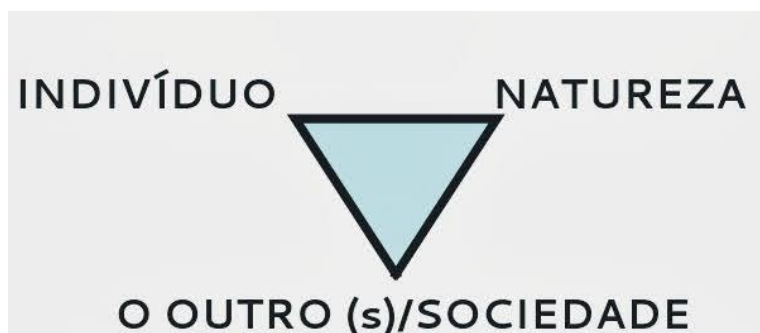
Conhecimento

A questão central se refere ao conhecimento. Como é gerado? Como é organizado? Como é transmitido e difundido? E entender o conhecimento depende de se entender o fenômeno vida.

O conhecimento acadêmico, particularmente o conhecimento científico, apresenta-se na fase de difusão.

O homem, como todas as espécies vivas, tem sua existência identificada com a resolução das relações entre o indivíduo, o "outro"/sociedade e a natureza (imediata, planetária e cósmica). Meu ponto de partida é assumir a essencialidade mútua desses fatos, representada como

⁷ Ver meu artigo intitulado "Bases historiográficas e metodológicas para uma história e filosofia das ciências na América Latina", *Episteme*, vol.3, nº6, 1998; pp. 300-310.



A metáfora do triângulo é conveniente, pois, como todos sabem, os seis elementos (vértices e lados) são essenciais na definição de um triângulo.

Vida é a realização desse ciclo. A existência de cada indivíduo, que se identifica com sua autonomia na busca de sobrevivência, é a ativação desse ciclo. A interrupção de qualquer dessas conexões interrompe a vida.

A essencialidade mútua se manifesta nas conexões:

Indivíduo - realidade

[para sobrevivência do indivíduo]

Indivíduo - outro/sociedade

[para continuidade da espécie]

Sociedade - natureza

[para sobrevivência da espécie]

que são necessárias para o fenômeno vida.

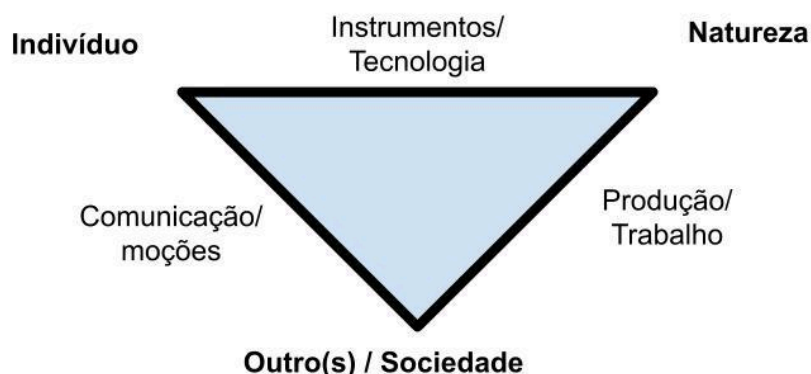
Os mecanismos fisiológicos e ecológicos são a resposta das várias espécies à resolução das relações presentes no triângulo da vida. Como disse acima, a quebra de qualquer das conexões determina o fim da espécie. E nenhum dos três elementos existe sem os demais. A natureza pode continuar sem alguma espécie. E alguma espécie poderá continuar sem outras. Mas serão as mesmas?⁸

Ao longo da sua história, o *homo sapiens sapiens* tem acumulado meios de sobrevivência e de transcendência, que constituem o acervo de conhecimentos da humanidade. Esses se manifestam como modos de fazer e sistemas de explicações que respondem a necessidades

⁸ O gorila mestre Ismael tem, na parede do seu escritório, um quadro com a pergunta "Com o fim da humanidade haverá esperança para o gorila?" e no reverso a pergunta "Com o fim do gorila haverá esperança para a humanidade?". Veja a bela fábula de Daniel Quinn: *Ismael. Um Romance sobre a Condição Humana*, Editora Fundação Peirópolis, São Paulo, 1998.

e indagações sobre os fatos básicos da realidade: o indivíduo, o "outro"/sociedade e a natureza (imediata, planetária e cósmica).

Os homínídeos são identificados há cerca de 5×10^6 de anos, na região central da África. Há cerca de 3×10^6 já se identificam instrumentos de pedra lascada, na África oriental, e mudanças comportamentais resultantes do desenvolvimento dessa tecnologia⁹. Com esses desenvolvimentos, criando instrumentos e as mudanças comportamentais resultantes, a espécie humana trouxe intermediações entre os fatos básicos da realidade:



O aparecimento dessas intermediações está identificado com a criatividade. O fazer e o saber matemático começam a se manifestar como uma estratégia para a realização dessas intermediações.

A realização dessas intermediações se dá pelo conhecimento, cujo ciclo tem três Etapas:

A geração;

A organização intelectual e social;

A difusão.

O conhecimento, assim conceituado, tem várias dimensões: sensorial, intuitiva, emocional, mística, racional.

O conhecimento que se desenvolveu a partir das culturas mediterrâneas caracteriza-se por ter aprofundado uma percepção do cosmos, do planeta e da natureza que vê os seres humanos como uma espécie privilegiada. Esse conhecimento acarreta um comportamento ditado por privilégios.

Ao longo da história, o conhecimento originado nas culturas mediterrâneas foi, gradativamente, eliminando as dimensões sensorial, intuitiva, emocional e mística. O

⁹ Jean de **Heizelin** et al.: Environment and Behavior of 2.5-Million-Year-Old Bouro Hominids, *Science*, vol.284, 23/04/99; p.625-629.

conhecimento com maior ênfase no intuitivo foi identificado com as artes, o místico e o emocional com as religiões e o sensorial com empirismo e suas conotações negativas. Impôs-se, como a característica por excelência do ser humano, a dimensão racional do conhecimento por ele gerado.

Os vários corpos de conhecimento, estruturados segundo a dimensão racional, passaram a ser denominados ciências. A dimensão racional passou a ser identificada com ciência, com racionalidade. As demais dimensões comparecem no que são chamadas as tradições.

O conhecimento matemático

O padrão da racionalidade científica nas civilizações da bacia do Mediterrâneo passou a ser como uma forma de conhecimento que foi, a partir do século XV, genericamente denominada matemática. Mas é muito significativo que o flanco vulnerável da racionalidade científica encontra-se essencialmente na matemática.

Ainda é comum tentar justificar o conhecimento matemático por si próprio e os avanços da matemática são, muitas vezes, atribuídos somente à dinâmica interna desse conhecimento. Em grande parte, isso se deve a quão pouco se sabe sobre a natureza do conhecimento matemático. Num trabalho recente, o matemático Barry Mazur diz que "Como toda História Intelectual, muito da História da Matemática simplesmente nunca é captada: seus principais artefatos são ideias que passam a maior parte de sua vida em um estado volátil, não registrado. Sua eventual destilação como registro escrito ocorre muito tempo depois de seu descobrimento inicial."¹⁰

A História da Matemática, que se firmou como uma ciência somente no século passado, tem como grande preocupação o rigor da identificação de fontes que permitem identificar as etapas desse avanço. Isso afeta não só a história da matemática nas nações e populações periféricas, mas igualmente causa distorções na visão de prioridades científicas das nações dominantes.

A proposta historiográfica que está implícita no Programa Etnomatemática teve sua origem na busca de entender o fazer e o saber matemático de culturas marginalizadas. Mas remete sobretudo à dinâmica da evolução desses fazeres e saberes, resultante da exposição a outras culturas. Mas a cultura do conquistador e do colonizador de antanho e dos tempos atuais também evoluiu a partir de uma dinâmica de encontro. Mesmo livros elementares reconhecem, muito antes do polêmico afro-centrismo, que "[A ciência helênica] teve seu nascimento na terra dos Faraós de onde os filósofos, que ali iam se instruir com os

¹⁰ Barry **Mazur**: *Conjecture, Synthese* 111, 1997;pp.197-210; p.197.

sacerdotes egípcios, trouxeram os princípios elementares."¹¹ O encontro cultural assim reconhecido, que é essencial na evolução do conhecimento, não estava subordinado às prioridades coloniais como as que se estabeleceram posteriormente.

O Programa Etnomatemática não se esgota no entender o conhecimento [saber e fazer] matemático das culturas periféricas. Procura entender o ciclo da geração, organização intelectual, organização social e difusão desse conhecimento. Naturalmente, no encontro de culturas há uma importante dinâmica de adaptação e reformulação acompanhando todo esse ciclo, inclusive a dinâmica cultural de encontros [de indivíduos e de grupos].¹²

Por que Etnomatemática? Poderíamos falar em Etnociência, um campo muito intenso e fértil de estudos, ou mesmo Etnofilosofia¹³. A melhor explicação para adotar o Programa Etnomatemática como central para um enfoque mais abrangente aos estudos de história e filosofia está na própria construção do termo. Embora haja uma vertente da etnomatemática que busca identificar manifestações matemáticas nas culturas periféricas tomando como referência a matemática ocidental, o Programa Etnomatemática tem como referências categorias próprias de cada cultura, reconhecendo que é próprio da espécie humana a satisfação de pulsões de sobrevivência e transcendência, absolutamente integrados, como numa relação simbiótica.

A satisfação da pulsão integrada de sobrevivência e transcendência leva a desenvolver modos, maneiras, estilos de explicar, de entender e aprender, e de lidar com a realidade perceptível. Um abuso etimológico levou-me a utilizar, respectivamente, *tica* [de *techné*], *matema* e *etno* para essas ações e compor a palavra ETNO-MATEMA-TICA, ou ETNOMATEMÁTICA.

O pensamento abstrato, próprio de cada indivíduo, é uma elaboração de representações da realidade e é compartilhado graças à comunicação, dando origem ao que chamamos cultura. Os instrumentos [materiais e intelectuais] essenciais para essa elaboração incluem, dentre outros, sistemas de quantificação, comparação, classificação, ordenação e linguagem. O Programa Etnomatemática tem como objetivo entender o ciclo do conhecimento em distintos ambientes.

¹¹ J. **Boyer**: *Histoire des Mathématiques*, Gauthier-Villars, Paris, 1900; p.9.

¹² Ver meu livro *Etnomatemática. Arte ou Técnica de Explicar e Conhecer*, Editora Ática, São Paulo, 1990, para uma discussão mais elaborada desse programa.

¹³ O termo foi utilizado, com muita propriedade, por Gary **Urton**: *The Social Life of Numbers. A Quechua Ontology of Numbers and Philosophy of Arithmetic*, University of Texas Press, Austin, 1997.

Uma proposta historiográfica

Creio que é hora de adotarmos novas propostas historiográficas e epistemológicas que permitem lidar com a difícil tarefa de recuperar, na história das ciências e da tecnologia, o equilíbrio triangular que deve resultar da mescla de tradições indígenas, europeias e africanas na cultura latino-americana¹⁴.

Na busca de se procurar fundamentar o conhecimento matemático e a sua geração na transição do século XIX para o século XX, o intuicionismo de L. E. J. Brouwer proposto em 1906 contrapõe-se ao logicismo de Bertrand Russell e ao formalismo de David Hilbert, rejeitando justamente o *tertium non datur* (lei do terceiro excluído), sobre o qual se funda grande parte do pensamento matemático¹⁵.

Igualmente atingida foi a visão de um universo newtoniano, modelo matemático por excelência do racionalismo científico, com o surgimento das mecânicas quântica e relativística, a partir de Max Planck e Albert Einstein e com as formulações de Niels Bohr e Werner Heisenberg¹⁶. Fundamentalmente atingida foi a percepção de uma realidade determinista e a linearidade nela implícita, obedecendo relações de causa-efeito. Abriu-se assim o caminho para as teorias geral dos sistemas e teorias do caos e da complexidade e para uma nova visão do universo.

Mas, possivelmente, o que mais abalou a tranquilidade resultante da identificação de racionalidade com matemática foram os resultados de Kurt Gödel que mostrou, em 1931, que é impossível provar a consistência de um sistema formal utilizando somente argumentos que podem ser formalizados no próprio sistema¹⁷.

O conhecimento gerado pelo homem segundo os padrões de racionalidade construídos ao longo de 3.000 de cultura ocidental revelaram, graças aos instrumentos por ele próprio criado, sua fragilidade.

As próprias ciências e a tecnologia moderna, muitas vezes chamada tecnociência, criaram os instrumentos que possibilitam antever o perigo de extinção da espécie. A alternativa de uma espécie modificada, que tem sido contemplada na ficção, é hoje uma possibilidade.

¹⁴ A figura do equilíbrio triangular devo a Arnaldo **Momigliano**, "The Fault of the Greeks", *Daedalus*, Spring 1975; pp.9-19.

¹⁵ Para uma síntese ver o verbete Foundations of Mathematics no excelente *Encyclopedic Dictionary of Mathematics*, by the Mathematical Society of Japan, edited by Shôkichi **Iyanaga** and Yukiyo **Kawada**, translation reviewed by Kenneth O. **May**, The MIT Press, Cambridge, 1980; p.549.

¹⁶ Para uma síntese ver o verbete quantum no *Dictionary of the History of Science* ed. W. F. **Bynum**, E. J. **Browne**, Roy **Porter**, Princeton University Press, Princeton, 1984.

¹⁷ *op.cit.* em nota 15, p.550.

O fato matemático

O conhecimento matemático se manifesta como uma estratégia para a realização das mediações criadas pelo homem entre indivíduo, outro/sociedade e natureza, como foi dito acima. A definição de estratégias é um ato criativo por excelência¹⁸. Aí se manifesta a criatividade matemática.

A criatividade matemática é especialmente notada na criação dos instrumentos materiais e intelectuais de mediação. Dentre esses, estão os instrumentos propriamente ditos, as ferramentas, e as tecnologias.

A matemática de instrumentos, de ferramentas e de tecnologia talvez seja a primeira manifestação de um fazer/saber matemático. Isso se manifesta numa matemática classificatória, de avaliação de dimensões¹⁹. Essa matemática foi essencial no desenho de artefatos de pedra lascada, na distribuição e armazenamento de alimentos, e no reconhecimento da regularidade cósmica, como notada nas alternâncias de dia e noite. A contagem de tempo aparece como uma das primeiras formas de um saber matemático, com codificações específicas²⁰.

Maneiras de classificar, comparar, medir, quantificar, foram evoluindo, assim como formas de comunicação, estilos de comportamento, modos de lidar com o ambiente natural para poder sobreviver e sistemas de explicações para responder a questões maiores [como?, por que?] e para transcender o momento foram evoluindo, foram sendo criadas pelos hominídeos em vários ambientes distintos e, naturalmente, de maneiras distintas.

A espécie *homo sapiens sapiens*, que se reconhece em todo o planeta há cerca de 50.000 anos, já mostra consistência na organização de sistemas de explicações e de lidar com seu ambiente. Registro coerente desses sistemas datam de cerca de 5.000 anos e se encontram nas histórias das civilizações. São melhor estudadas as histórias das civilizações potâmicas do Nilo, do Tigre e Eufrates, do Indos e do Huang, da antiguidade mediterrânea, particularmente Grécia e Roma, e das civilizações andinas. A história da matemática no Egito, na Babilônia, em Roma e principalmente na Grécia são bem estudadas. As demais civilizações começam agora a ser melhor estudadas²¹.

¹⁸ Ver meu livro *Da Realidade à Ação. Reflexões sobre Educação (e) Matemática*, Summus Editorial, São Paulo, 1988.

¹⁹ Utiliza-se essa primeira manifestação matemática nos brinquedos de estimulação precoce, para crianças na faixa de um ano de idade.

²⁰ Por exemplo, a marcação do ciclo menstrual em ossos.

²¹ Ver *Encyclopaedia of the History of Science, Technology, and Medicine in Non-Western Cultures*, ed. Helaine Selin, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1997.

O objetivo deste trabalho é o fazer matemático. Na civilização ocidental, conhecemos, desde a Antiguidade até os tempos modernos, os fatos matemáticos. Quais as origens desses fatos?

Há duas grandes correntes. Uma diz que filósofos e matemáticos descobrem o fato que existia como resultado de um encadeamento de outros fatos. O fato matemático é assim concluído em si. A intervenção do homem é reconhecer o encadeamento e tomar decisões na sua organização. Esse é o pensamento platônico. Uma consequência dessa posição é que uma civilização em que todos são cegos produziria a mesma matemática que uma civilização em que todos têm uma vista acurada. Isso leva a uma visão de homem em que sua essência é uma racionalidade padrão, e o fato criado é reservado aos que atingem o domínio dessa racionalidade.

Uma outra corrente diz que o homem cria novos fatos a partir de uma multiplicidade de informações captadas da realidade e que o processamento dessas informações se dá especificamente para cada indivíduo, dependendo de experiências prévias e de memória individual e coletiva. O fato criado é inconcluso em si e se realiza a partir da sua receptividade por outros indivíduos.

Estou mais identificado com essa posição e, assim, a questão da criatividade se coloca como fundamental. Como todo fato criado, o fato matemático é, em si, inconcluso.



O que é ser humano?

Ao longo da sua curta história, o homem tem procurado explicações sobre **quem é** – e tem se acreditado o favorito de algum deus – sobre **o que é** – e tem se acreditado um sistema complexo de músculos, ossos, nervos e humores – sobre **como é** – e tem se acreditado uma anatomia com vontade – e sobretudo **quanto pode** – tem se acreditado sem limitações à sua vontade e ambição. Na procura de entender quem é, o que é, como é, o homem constrói história, religião, ciência, arte. E na explicação do quanto pode, concebe o poder. Essas explicações determinam a construção de modos de comportamento e de modos de conhecimento.

Temos avançado muito no conhecimento do ser humano. Mas a grande **angústia existencial**, que resulta de não se encontrar uma resposta satisfatória à questão maior "**por que sou?**", dá origem a contradições na qualidade de ser humano.

As violações da dignidade humana, que chegam até a eliminação de indivíduos, mostram o risco de inviabilidade de uma sociedade equitativa e possibilitam uma agressividade desmesurada contra a natureza. Distorções na maneira como o homem tem se acreditado tem induzido a poder, prepotência, ganância, inveja, avareza, arrogância, indiferença. Mas jamais se tentou encarar o busílis da questão: a própria questão do conhecimento, convenientemente fragmentado em disciplinas para justificar – desencorajando crítica – nossas ações em cada setor e procurar revestir aquilo que se acredita, do caráter de verdade absoluta.

O ponto de partida é entender o fenômeno vida, como algo inconcluso e complexo, em permanente transformação, sujeito a uma dinâmica que não conhecemos. Viremos a conhecer?

Esse fenômeno tem incertezas e contradições intrínsecas. O melhor que conseguimos fazer é identificar três elementos fundamentais para que a vida se realize, e que represento no que chamo **TRIÂNGULO DA VIDA**:



[subentende-se indivíduo e outro como sendo da mesma espécie e natureza como a totalidade planetária e cósmica]

Os três componentes, o INDIVÍDUO, o OUTRO, e a NATUREZA são mutuamente essenciais. A vida se realiza somente nessa conjugação. NENHUM DOS TRÊS EXISTE SEM OS DEMAIS.

O indivíduo é um organismo vivo, complexo na sua definição e no funcionamento de seu CORPO, que age em coordenação com o CÉREBRO, órgão responsável pela organização e execução de suas ações. UM CORPO e UM CÉREBRO mutuamente essenciais, UMA SÓ ENTIDADE.

Humberto Maturana e Francisco Varela introduziram, numa obra já considerada clássica, o conceito de autopoiese, para descrever a maneira como as diferentes partes de um organismo interagem para manter a vida². Na verdade, a interação não pode ser no organismo, mas na tríade indivíduo/outro/natureza. Não há autopoiese que mantenha vivo um indivíduo.

Na busca de sobrevivência, o indivíduo se sujeita a comportamentos básicos:

**reconhece o outro,
aprende,
é ensinado,
adapta-se
e cruza**

com os objetivos de SOBREVIVER e dar CONTINUIDADE À ESPÉCIE.

Uma questão maior, ainda não respondida, é: "QUAIS AS FORÇAS QUE LEVAM OS SERES VIVOS A ESSES COMPORTAMENTOS?".

¹ **Nota dos editores:** imagem “Triângulo Primordial” inserida nesta publicação. Fonte: Ubiratan D’Ambrosio, seção *Programa Etnomatemática por Ubiratan D’Ambrosio*, e-Almanaque EtnoMatemaTicas Brasis, 2020, p. 55. <doi.org/10.51361/9786586592139>.

² Humberto **Maturana** e Francisco **Varela**: *A Árvore do Conhecimento. As bases biológicas do entendimento humano*, Editorial Psy II, Campinas, 1995.

O homem é um organismo vivo, complexo na sua definição e no seu funcionamento, sujeito aos mesmos comportamentos básicos de todo ser vivo. Busca sobrevivência.

Mas, diferentemente dos demais seres vivos e mesmo das espécies mais próximas, busca algo além da sobrevivência. Algumas vezes até rejeita sua sobrevivência.

Onde se situa essa diferença? Elas se manifestam na criação de INTERMEDIACÕES criadas pelo homem para a resolução do triângulo da vida:

INDIVÍDUO instrumentos/tecnologia **NATUREZA**

INDIVÍDUO comunicação/emoções **OUTRO(s)/SOCIEDADE**

OUTRO(s)/SOCIEDADE produção/trabalho **NATUREZA**

Os acertos e equívocos na produção dessas intermediações resultam do encontro do COMPORTAMENTO e do CONHECIMENTO, que é o que chamamos CONSCIÊNCIA.

O comportamento humano resulta de duas grandes pulsões³:

1. a sobrevivência, do indivíduo e da espécie que, como em toda espécie viva, se situa na dimensão do momento;
2. a transcendência do momento que, diferentemente das demais espécies, se situa numa outra dimensão, levando o homem a indagar "por quê?", "como?", "onde?", "quando?".

No encontro com o outro, que também está em busca de sobrevivência e de transcendência, desenvolve-se a COMUNICAÇÃO.

Na resposta à pulsão de sobrevivência, o homem define suas relações com a natureza e com o outro e desenvolve as intermediações já mencionadas acima.

Na resposta à pulsão de transcendência, incursiona no passado e no futuro, desenvolvendo mitos e artes, religiões e ciências.

Sobrevivência e transcendência guardam uma relação simbiótica e distinguem o ser humano das demais espécies. Dão origem a conhecimento e definem o comportamento.

O comportamento de cada indivíduo é aceito pelos seus próximos quando subordinados a parâmetros, que denominamos valores e que determinam os acertos e equívocos na produção e utilização das intermediações criadas pelo homem para sua sobrevivência e transcendência.

³ Utilizo pulsão num sentido mais abrangente que **Freud** e mesmo **Adler**. A controvérsia não me intimidou na apropriação do termo.

Uma excursão pela história revela que novos meios de sobrevivência e de transcendência fazem com que valores mudem. Mas alguns valores permanecem:

Respeito pelo outro,
solidariedade com o outro,
cooperação com o outro.

Esses valores constituem uma ética maior, sem a qual a qualidade de ser humano se dilui.

Mas por que a humanidade caminha em direção contrária a essa ética, sem a qual a espécie humana não pode sobreviver?

Essa questão maior tem sido a motivação dos grandes modelos filosóficos, religiosos e científicos.

Os modelos filosóficos, religiosos, científicos propõem "verdades" que têm sido aceitas como absolutas e que constituem sistemas de valores que guiam o comportamento humano.

A prioridade passa então a ser a defesa do sistema de valores. A questão fundamental, que é a busca de sobrevivência associada à transcendência, passa a ser subordinada à defesa do sistema de valores [fundamentalismos].

Nada melhor para denunciar essa distorção que a frase antológica de Sri **Aurobindo** (1872-1950):

"Para a filosofia ocidental, uma crença intelectual fixa é a parte mais importante de um culto, é a essência de seu significado e o que o distingue dos outros. Assim são que as crenças formuladas fazem verdadeira ou falsa uma religião [uma teoria, uma filosofia, uma ciência], de acordo com sua concordância ou não com o credo de seus críticos."

O sistema de valores, bem como a ciência e as religiões, são saberes concluídos.

O conhecimento disciplinar tem priorizado a defesa de saberes concluídos, inibindo a criação de novos saberes e determinando um comportamento social a eles subordinado ⁴.

A transdisciplinaridade rejeita a arrogância do saber concluído e das certezas convencionadas e propõe a humildade da busca permanente.

⁴ Particularmente prejudicial para a evolução da humanidade tem sido a maneira como o estabelecimento, o poder, expropriou as religiões derivadas do judaísmo e a ciência que delas resultou e criou mecanismos para desencorajar o surgimento de novas ideias. A academia, utilizando mecanismos brutais de marginalização e exclusão, tais como recusa a emprego, empecilho à publicação, bloqueio a facilidades de pesquisa, difusão de rumores e outras tantas estratégias para desencorajar o novo pensar. Há inúmeros exemplos desse tipo de ação. Ver o interessante estudo de Brian **Martin**: *Strategies for Dissenting Scientists*, *Journal of Scientific Exploration*, vol. 12, nº4, 1998; pp.605-616 e a bibliografia.

Como já foi dito acima, o comportamento humano responde às pulsões de sobrevivência e de transcendência, que estão intimamente ligadas. Vai além de comportamento orientado pelo cérebro. Existe algo mais: o pensar, que tem intrigado os filósofos desde a antiguidade, e a consciência, igualmente intrigante. Onde se situam mente e consciência? No cérebro, que vem sendo tão bem estudado pelos neurologistas? Ou no que se costuma chamar inteligência, hoje bem estudada no âmbito de uma disciplina que se denomina inteligência artificial? E o que é inteligência? ⁵

As teorias vão surgindo, vão sendo aceitas ou recusadas, algumas marginalizadas e outras refutadas. Algumas ideias, que são aceitas por se desviarem pouco das anteriores, se tornam as novas explicações e encontram seu espaço nas universidades ⁶. Outras ideias se desviam dos chamados paradigmas e criam novos paradigmas⁷. Mas geralmente repousam sobre "ombros de gigante" e por isso encontram um lugar cômodo na universidade. Ambos os modelos de evolução/revolução estão apoiados numa mesmice evidente. Apoiam-se no mesmo modelo de raciocínio lógico e analítico, na mesma linguagem, nos mesmos modelos de representação, na mesma cosmovisão, nos mesmos critérios de reconhecimento.

Foi no século XVII que, com Galileo **Galilei** (1564-1642), Francis **Bacon** (1561-1626) e René **Descartes** (1596-1650), foram criadas as bases conceituais sobre as quais Isaac **Newton** (1642-1726) produziu seu trabalho monumental que explica certos fenômenos naturais e que foi rapidamente ampliado para explicar comportamento humano. Esse sistema de explicações repousa sobre uma matemática muito elaborada, principalmente o Cálculo Diferencial, que se estabeleceu como a linguagem por excelência do paradigma científico proposto por Newton. Hoje, há uma concordância que os métodos científicos e matemáticos são insuficientes para explicar o comportamento humano. A ponto de o matemático Keith **Devlin** propor uma "matemática mole" [*soft mathematics*]. Devlin "duvida que haverá muito, talvez nenhum, alcance para a aplicabilidade da matemática que existe hoje"⁸. A obsolescência da matemática é evidente em vista de novas possibilidades de observação e novos instrumentos intelectuais de análise.

Mas será que nessa busca de um conhecimento mais amplo é necessário rejeitar outros modos de pensar e outras visões da natureza do mundo mental, físico e social que são parte de "outras" maneiras de formular e organizar conhecimento? Refiro-me especificamente a

⁵ Cérebro, mente, pensamento, inteligência, consciência são alguns dos termos usados para se escapar do dualismo corpo/mente. Ver o interessante livro do neurofisiologista William H. **Calvin**: *How Brains Think. Evolving Intelligence, Then and Now*, Basic Books, New York, 1996.

⁶ Essa é, em essência, a explicação da evolução do conhecimento, proposta por Karl **Popper**.

⁷ Essa é a explicação dada por Thomas **Kuhn** sobre a evolução, que ele chama revolução, do conhecimento.

⁸ Keith **Devlin**: *Goodbye, Descartes. The End of Logic and the Search for a New Cosmology of the Mind*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1997; p. 283.

culturas que foram excluídas, subordinadas e marginalizadas no processo de dominação colonial⁹.

O maior equívoco da filosofia ocidental tem sido considerar o homem como um corpo MAIS uma mente, e separar o que sentimos do que somos. O conhecimento tem focalizado CORPO e MENTE, muitas vezes privilegiando um sobre o outro.

PENSO, LOGO EXISTO?

NÃO.

EXISTO PORQUE RESPIRO, BEBO, COMO, EXCRETO,
INTUO, CHORO E RIO, e PENSO.

E faço tudo isso diferentemente das demais espécies vivas porque sou ao mesmo tempo sensorial, intuitivo, emocional e racional.

A proposta da transdisciplinaridade procura responder o "como?" e o "por quê?" dessas diferenças. Outras maneiras de propor a transdisciplinaridade vem surgindo de muitas áreas do conhecimento. Ganham visibilidade e são, por muitos, trabalhadas a visão holística, a complexidade ou pensamento complexo, as teorias da consciência, as ciências da mente, a inteligência artificial e inúmeras outras propostas transdisciplinares.

Num excelente livro sobre o pensamento complexo, Humberto **Mariotti** propõe cinco saberes, como constituindo a essência de uma outra maneira de estar no mundo:

saber ver;

saber esperar;

saber conversar;

saber amar;

saber abraçar.

Mariotti sintetiza, em duas frases, o que podemos fazer e qual a nossa meta:

"A mão estendida é o início do abraço, isto é, o ponto de partida para o pensamento complexo, o marco inaugural do longo processo de busca da espiritualidade. (...) Estou falando de algo que possa livrar-nos de um padrão de vida segundo o qual, em muitos casos, a palavra é separada do real, a justiça se preocupa menos com o sofrimento dos homens do que com a letra da lei, e esta, em muitos casos, busca verdades que pouco ou nada têm a ver com o cotidiano das pessoas." ¹⁰

⁹ Essa é uma paráfrase de uma reflexão do antropólogo Gary **Urton** no seu importante livro *The Social Life of Numbers. A Quechua Ontology of Numbers and Philosophy of Arithmetic*, University of Texas Press, Austin, 1997.

¹⁰ Humberto **Mariotti**: *Complexidade e Desenvolvimento Humano*, Editora Palas Athena, São Paulo, 1999.



A História da Matemática: questões historiográficas e políticas e reflexos na Educação Matemática

Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas,
org. Maria Aparecida Viggiani **Bicudo**, Editora UNESP, São Paulo, 1999; pp. 97-115.

Introdução

As práticas educativas se fundam na cultura, em estilos de aprendizagem e nas tradições e a história compreende o registro desses fundamentos. Portanto, é praticamente impossível discutir educação sem recorrer a esses registros e a interpretações dos mesmos. Isso é igualmente verdade ao se fazer o ensino das várias disciplinas. Em especial da Matemática, cujas raízes se confundem com a história da humanidade.

Acredito que um dos maiores erros que se pratica em educação, em particular na Educação Matemática, é desvincular a Matemática das outras atividades humanas. Particularmente, a civilização ocidental tem como espinha dorsal a Matemática. Mas não só na civilização ocidental. Em todas as civilizações há alguma forma de matemática. As ideias matemáticas comparecem em toda a evolução da humanidade, definindo estratégias de ação para lidar com o ambiente, criando e desenhando instrumentos para esse fim, e buscando explicações sobre os fatos e fenômenos da natureza e para a própria existência. Em todos os momentos da história e em todas as civilizações, as ideias matemáticas estão presentes em todas as formas de fazer e de saber. Cito uma reflexão de Paulo Freire, gravado no vídeo que ele enviou para o Congresso Internacional de Educação Matemática, em Sevilha, em 1996: "Eu venho pensando muito que o passo decisivo que nos tornamos capazes de dar, mulheres e homens, foi exatamente o passo em que o suporte em que estávamos virou mundo e a vida que vivíamos virou existência, começou a virar existência. E que, nessa passagem, nunca você diria uma fronteira geográfica para a história, mas nessa transição do suporte para o mundo é que se instala a história, é que começa a se instalar a cultura, a linguagem, a invenção da linguagem, o pensamento que não apenas se atenta no objeto que está sendo pensado, mas que já se enriquece da possibilidade de comunicar e comunicar-se. Eu acho que nesse momento a gente se transformou também em matemáticos. A vida que vira existência se matematiza. Para mim, e eu volto agora a esse ponto, eu acho que uma preocupação fundamental, não apenas dos matemáticos, mas de todos nós, sobretudo, dos educadores, a quem cabe certas decifrações do mundo, eu acho que uma das grandes

preocupações deveria ser essa: a de propor aos jovens, estudantes, alunos homens do campo, que antes e ao mesmo em que descobrem que $4 \text{ por } 4 \text{ são } 16$, descobrem também que há uma forma matemática de estar no mundo."¹

A minha proposta historiográfica, em total afinidade com o pensamento de Paulo Freire, visa recuperar a presença de ideias matemáticas em todas as ações humanas. O Programa Etnomatemática é a resposta a esse objetivo.

Neste trabalho serão, portanto, abordados muitos temas que não tem, aparentemente, relação com a História da Matemática.

Sociedade e educação

Como toda reflexão teórica, este trabalho parte da aceitação de alguns pressupostos. O meu é que o ensino da matemática está subordinado aos objetivos maiores da educação, conceituada como uma das estratégias das sociedades para sua reprodução e reconstrução.

O que vem a ser sociedade? Conceituo **sociedade** como um agregado de indivíduos (todos **diferentes**) vivendo num determinado tempo e espaço, compartilhando valores, normas de comportamento e estilos de conhecimento, isto é, **cultura**, e empenhados em ações comuns. Não se pode retirar a individualidade de cada elemento da sociedade, mas para se ter uma sociedade é necessário que os indivíduos tenham comportamentos e conhecimentos acordados.

No compartilhar e aderir a comportamentos que são parte da prática social, o indivíduo aceita certas restrições ao que seria seu comportamento individual. Tendências e impulsos são refreados e as necessidades de cada indivíduo são satisfeitas de acordo com os costumes do grupo e valores que são assumidos e respeitados, criando deveres para com o grupo e direitos de receber do grupo. A ação de cada indivíduo se subordina ao interesse comum e espera-se que suas necessidades recebam a atenção dos demais membros da sociedade.

As virtudes e os vícios notados na espécie humana resultam de conflitos que possam surgir entre o comportamento individual, no qual reside a criatividade, e o comportamento social, que é necessário para conviver.

O exercício de direitos e deveres acordados pela sociedade é o que se denomina **cidadania**.

Assim, defino **educação** como o conjunto de estratégias desenvolvidas pela sociedade para (i) possibilitar a cada indivíduo atingir seu potencial criativo; (ii) estimular e facilitar a ação comum, com vistas a viver em sociedade e a exercer a cidadania.

¹ Essa conferência foi integralmente transcrita e publicada na revista *For the Learning of Mathematics*, vol. 17, n. 3, November 1997, pp. 7-10.

Descrever, entender e explicar o processo de evolução da humanidade são os objetivos da história. Embora o processo seja holístico, tem sido praticadas histórias setoriais. Vou focalizar minhas reflexões no conhecimento que hoje denominamos matemático. Não vejo como entrar em reflexões sobre matemática, história e educação sem essas considerações que a muitos parecerão demasiadamente gerais a vagas.

Ao abordar o conhecimento matemático, tomamos como referência a ciência acadêmica e, assim, privilegiamos uma determinada região e momento na evolução da humanidade. De fato, quando nos referimos à Matemática, estamos identificando o conhecimento que se originou nas regiões que costeiam o Mar Mediterrâneo. Mesmo reconhecendo que outras culturas tiveram influência na evolução dessa forma de conhecimento, sua organização intelectual e social é devida aos povos dessas regiões. Por razões várias, ainda pouco explicadas, a civilização ocidental, que resultou dessas culturas, veio a se impor a todo o planeta. Com ela, a Matemática, cuja origem se traça às civilizações mediterrâneas, particularmente, à Grécia antiga, também se impôs a todo o mundo moderno. Populações excluídas em consequência do processo colonial tentam, rapidamente, assimilar esse conhecimento.

Ao atentar nos modos como o processo de evolução da humanidade é descrito, analisado, interpretado e usado nas várias maneiras de se organizar o conhecimento histórico, surgem algumas questões que discutirei a seguir. Mesmo adotando uma postura holística, vou dar maior atenção à história do conhecimento científico, em particular matemático.

História e matemática

O bem informado NOVO AURÉLIO dá dezessete acepções para o verbete **história**. As 2. 9. e 10. se prestam melhor a este trabalho. Sintetizo dizendo que história é a narrativa de fatos, datas e nomes associados à geração, à organização intelectual e social e à difusão do conhecimento -- no nosso caso conhecimento matemático -- através das várias culturas ao longo da evolução da humanidade. Os estudos de História dependem fundamentalmente do reconhecimento de fatos, de datas e de nomes e de interpretação ligados ao objeto de nosso interesse, isto é, do corpo de conhecimentos em questão. Esse reconhecimento depende de uma definição do objeto de nosso interesse. No nosso caso específico, a História da Matemática depende do que se entende por Matemática.

O próprio Aurélio nos dá três acepções para **matemática**. A mais interessante diz "1. Ciência que investiga relações entre entidades definidas abstrata e logicamente." Curioso que pouco abaixo o Aurélio define **matematismo** como "Doutrina segundo a qual tudo acontece conforme às leis matemáticas."

Claro, o que se entende por Matemática nos leva a uma reflexão sobre a Filosofia da Matemática. E não se pode negar que a História da Matemática está atrelada à Filosofia da Matemática.²

Uma vez identificados os objetos do estudo, a relação de fatos, datas e nomes depende de registros, que podem ser de natureza muito diversa: memórias, práticas, monumentos e artefatos, escritos e documentos. Essas são as chamadas fontes históricas. E a interpretação depende de ideologia, na forma de uma filosofia da história. Essa é a essência do que se chama historiografia.

O historiador Bernard Lewis escreveu um livro muito interessante com o título *História. Relembrada, Recuperada, Inventada*.³ O título em si sugere uma resposta à pergunta "Para quem serve a história?".

A história tem servido das mais diversas maneiras a grupos sociais, desde família, tribos e comunidades, até nações e civilizações. Mas, sobretudo, tem servido como afirmação de identidade. Não vou me deter nisso, mas bastaria atentar para o tratamento dado às rebeliões de escravos no período colonial. Há poucos anos, lembrávamos os 300 anos da destruição do Quilombo dos Palmares e ainda estamos "comemorando" 100 anos da destruição do Arraial de Canudos. Ambos são episódios que mostram a vitalidade de povos procurando um outro modelo de sociedade, mas que foram destruídos pela ordem dominante. O silêncio sobre esses episódios nos currículos escolares e as distorções nas comemorações evidenciam as manipulações desses fatos nos estudos e pesquisas da história colonial do Brasil.

Em particular, a História da Matemática tem sido muito afetada por isso. É interessante notar o que o historiador soviético Konstantín Ribnikov diz no capítulo introdutório de seu livro: "No estrangeiro [Ribnikov vivia na então União Soviética] se dedica grande atenção à história das matemáticas. A ela está dedicado um conjunto de livros e artigos. Nem tudo neles é, porém, fidedigno. Às vezes os autores de obras sobre história da ciência subordinam seu trabalho a fins distantes da objetividade e do caráter científico." E depois de vários parágrafos de crítica à orientação idealista e reacionária desses livros e artigos, Ribnikov conclui "A luta entre as forças progressistas e reacionárias na ciência matemática, que é uma das formas da luta de classes, se revela de forma mais intensa nas questões históricas e

² Uma reflexão interessante sobre as relações entre a história e a filosofia da matemática foi feita recentemente por Angel Ruiz **Zuñiga**: "Las Posibilidades de la Historia en la Educación Matemática. Una Visión Filosófica", *Boletín Informativo del Comité Interamericano de Educación Matemática*, año 5, n° 2, Noviembre 1997; pp. 1-7.

³ Bernard **Lewis**: *History. Remembered, Recovered, Invented*, Princeton University Press, Princeton, 1975.

filosóficas das matemáticas... Ela [a história da ciência] deve estar bem organizada como parte da educação ideológica do estudantado e dos trabalhadores científicos."⁴

A última frase da citação se aduna com a minha afirmação de não haver como escapar do caráter ideológico da História da Matemática, assim como de reconhecer que a ação educativa é uma ação política.

Igualmente, ao filósofo das ciências e da tecnologia cabe entender as tramas conceituais que permitem reconhecer, identificar e valorizar formas de explicações e de ações classificadas como científicas e tecnológicas.

Isso é particularmente importante se atentarmos para os descobrimentos e os processos de conquista e colonização. Distorções que deram como resultado a angustiante situação atual de coexistirem um mundo de fartura e prosperidade com um mundo de miséria e desumanidade, e a aterrorizadora perspectiva de extinção da civilização no planeta.

É de uma miopia total procurar entender o desenvolvimento da Matemática contemporânea, que começa a surgir na segunda metade deste final de século, sem atentar para as profundas transformações políticas resultantes da Segunda Guerra Mundial e da própria condução desse conflito. Pelas mesmas razões, não se pode entender o desenvolvimento da Matemática a partir do século XVI, que é quando ela começa a se organizar como um corpo autônomo de conhecimentos, sem uma análise do processo de conquista e colonização e de suas consequências.

A presença fundamental da Matemática na condução de guerra não é coisa nova. Primeiramente, graças a criação e suporte de uma tecnologia de guerra. Vamos encontrar evidência disso na antiguidade grega e romana. Basta lembrar o programa de pesquisa e desenvolvimento proposto por Dionísio, o Antigo, (430-367a.C.), de Siracusa, que culminou com Arquimedes (287-212a.C), cujo prestígio na época era devido às suas máquinas de guerra. O próprio Aristóteles (384-322a.C.) propôs a Alexandre (356-323a.C.) importantes estratégias de defesa urbana.⁵ No grande desenvolvimento da Álgebra, nos séculos XVI e XVII, Niccolò Tartaglia (1500-1557) e François Viète (1540-1603) eram, profissionalmente, respectivamente assessores militares do exército veneziano e do Reino de Navarra. Viète tornou-se famoso pelo seu trabalho como criptógrafo.⁶ E não se pode deixar de mencionar

⁴ Konstantín **Ribnikov**: *História de las Matemáticas*, Editorial Mir, Moscou, 1987; p. 19.

⁵ Para uma síntese desses artefatos de guerra, ver o artigo de Werner **Soedel** e Vernard **Foley**: "Ancient Catapults", *Scientific American*, vol. 240, n. 3, March 1979; pp. 120-128.

⁶ Ver o interessante artigo de Serafina **Cuomo**: "Niccolò Tartaglia, mathematics, ballistics and the power of possession of knowledge", *Endeavour*, vol. 22(1), 1998; pp. 31-35.

que a modernização tardia da matemática na Espanha tem como figura maior Jorge Juan y Santacília (1713-1773), que publicou um importante tratado de ciências navais.

Na Segunda Guerra Mundial, a Matemática com fins militares teve seu apogeu. Basta lembrar dois grandes matemáticos, Sir James Lighthill, creditado como tendo desenvolvido a Pesquisa Operacional para as forças armadas da Inglaterra, e John von Neumann, apontado como o criador dos computadores eletrônicos nos Estados Unidos.

Não é exagero afirmar que a Matemática tem sido parceira no desenvolvimento do militarismo. A busca de Paz não pode ser conseguida sem uma reflexão mais profunda sobre a natureza do conhecimento matemático.⁷

Prioridades brasileiras na História da Matemática

Poderíamos sintetizar essas prioridades perguntando história de quem, do ponto de vista de quem, com que intenções?

Devemos reconhecer que as nações periféricas são não mais que afluentes do curso principal do atual do desenvolvimento científico e tecnológico das nações centrais.⁸

A contribuição dada pelas nações periféricas ao avanço da ciência e da tecnologia das nações centrais é, como um todo, trivial e marginal. Mas é inegável que, embora qualitativamente diferenciada, a produção científica e tecnológica dessas nações relativamente a seu próprio curso histórico tem sido não menos que essencial. O objetivo desta proposta é estudar a historicidade, muitas vezes negada, dessa produção.

A própria História das Ciências, encarado dentro dos padrões acadêmicos mais usuais, nos oferece exemplos de prioridades para a história das ciências no Brasil, com alguns reflexos na Matemática.

O Padre Bartolomeu Lourenço de Gusmão é praticamente ignorado, a não ser por um belíssimo painel de azulejos no Aeroporto de Lisboa mostrando a "Passarola". Embora suas

⁷ Embora vista com muita reserva pelos matemáticos, essa linha de pesquisa começa a ganhar espaço. Ver o número especial da revista *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik/ZDM*, Jahrgang 30, Juni 1998, Heft 3, que dedica sua sessão principal ao tema.

⁸ Falo em nações periféricas e nações centrais para me referir àquelas que participaram e participam do processo de globalização do planeta que se iniciou no final do século XV na condição de colônia ou nação politicamente independente, mas economicamente dependente, e nações centrais aquelas que foram ou são metrópoles coloniais ou detentoras dos meios e controle de produção e comércio. Em momentos variados as nações periféricas foram chamadas Terceiro Mundo, subdesenvolvidas, em desenvolvimento, emergentes e outros eufemismos.

experiências tenham malogrado, conceber tal engenho, cerca de um século antes dos irmãos Montgolfier, é notável.

Um outro exemplo é a fascinante figura de José Bonifácio de Andrada e Silva. Embora José Bonifácio seja reconhecido na Europa como grande cientista, a história da ciência no Brasil pouco se refere a ele.

Igualmente, José Fernandez Pinto Alpoym, Alberto Santos Dumont e tantos outros sobre quem sabemos quase nada. No caso de Alpoym, sua contribuição científica no cenário internacional é insignificante. No entanto, do ponto de vista do Brasil, Alpoym é muito representativo e tem muita importância. E Santos Dumont ou é apresentado como um *playboy* internacional que gostava de fazer balões, ou, com desmedido ufanismo, como o pai espoliado da aviação. Mas o conhecimento dos princípios científicos que orientaram Santos Dumont nas suas experiências tem recebido pouca atenção de nossos historiadores das ciências e da tecnologia.

Lembramos especialmente Joaquim Gomes de Souza, o Souzinha, festejado como um gênio matemático do século XIX. Embora sua contribuição seja nenhuma ao desenvolvimento da matemática internacional, seus trabalhos matemáticos são interessantíssimos e abordam importantes questões de muita atualidade na época. Sobretudo os caminhos dessa produção, o estilo desenvolvido por Souzinha e as bases que permitiram a ele lidar com temas muito avançados têm grande importância para se conhecer o ambiente cultural de meados do século XIX. Pouco se tem pesquisado sobre essa importante figura.

Nos países periféricos e nas populações marginalizadas dos países centrais nota-se o mesmo. A atenção dada às contribuições dos locais tem sido quase nenhuma. Embora a produção dos locais tenha sido muitas vezes insignificante, defasada e até mesmo equivocada quando comparada com aquela dos países centrais e das classes dominantes, é importante estimular pesquisa sobre fatos e personagens que tiveram, num certo momento, grande importância e repercussão entre seus pares e sua comunidade. Assim como as ações do presente, em particular a pesquisa científica e tecnológica, devem focalizar prioridades locais, mesmo que, muitas vezes, essas prioridades não se situem nas fronteiras do conhecimento, a pesquisa histórica também deve ser dirigida a coisas de interesse local.⁹

Reconheço quão perigosa é essa proposta e o risco que se corre de cair no ufanismo que, tanto do ponto de vista histórico quanto para ações no presente, contribui para mascarar a

⁹ Ver Ubiratan **D'Ambrosio**: "Adequate Mathematics for Third World Countries: Consideranda and Strategies", *Developing Mathematics in Third World Countries*, ed. M. El Tom, Mathematics Studies 33, North-Holland Pub. Co., Amsterdam, 1979; pp. 33-46.

verdade histórica e pode abrir espaço para um desenvolvimento equivocado.¹⁰ Mas risco não pode ser justificativa para inação.

Ao historiador das ciências e da tecnologia cabe não apenas o relato dos grandiosos antecedentes e consequentes das grandes descobertas científicas e tecnológicas, mas, sobretudo, a análise crítica que revelará acertos e distorções nas fases que prepararam os elementos essenciais para essas descobertas e para sua expropriação e utilização pelo poder estabelecido.

Embora seja uma tendência historiográfica encarar o conhecimento científico e tecnológico sob esse prisma, a matemática e sua história têm sido imunes a essas reflexões. Ainda se tenta justificar o conhecimento matemático por si próprio e os avanços da matemática são, muitas vezes, atribuídos somente à dinâmica interna desse conhecimento. Em grande parte, isso se deve a quão pouco se sabe sobre a natureza do conhecimento matemático. Num trabalho recente, o matemático Barry Mazur diz que "Como toda História Intelectual, muito da História da Matemática simplesmente nunca é captada: seus principais artefatos são ideias que passam a maior parte de sua vida em um estado volátil, não registrado. Sua eventual destilação como registro escrito ocorre muito tempo depois de seu descobrimento inicial."¹¹

A História da Matemática, que se firmou como uma ciência no século passado, tem como grande preocupação o rigor da identificação de fontes que permitem identificar as etapas desse avanço. Isso afeta não só a história da matemática nas nações e populações periféricas, mas igualmente causa distorções na visão de prioridades científicas das nações dominantes.

Por exemplo, tomemos o relato de um fato ocorrido na França no século XVIII: "Como na França tudo termina, assim se diz, em canções, foi representada em Paris uma comédia *Os Infinitamente Pequenos*, na qual as novas ideias são ridicularizadas".¹² O personagem principal é o Marques de L'Hopital. Esse relato não pode ser deixado simplesmente no anedotário histórico ou matemático. A percepção e a explicação desse fato são fundamentais para se entender a recepção das teorias de Newton na França e o clima político que prevalecia na época.

¹⁰ Essa é a razão do grande conflito que se manifesta hoje com relação ao "Afrocentrismo", uma proposta de revisão da história que privilegia a participação africana na construção do conhecimento grego. Um artigo representativo desse movimento é de Beatrice **Lumpkin**: "Africa, Cradle of Mathematics", *Ganita-Bharati*, vol. 19, nos. 1-4(1997), pp. 1-10. Uma coleção de artigos que mostram muito bem a intensidade dessas discussões é o livro *Black Athena Revisited*, ed. by Mary R. **Lefkowitz** and Guy MacLean **Rogers**, The University of North Carolina Press, Chapel Hill, 1996.

¹¹ Barry **Mazur**: *Conjecture, Synthese* 111, 1997; pp.197-210; p.197.

¹² J. **Boyer**: *Histoire des Mathématiques*, Gauthier-Villars, Paris, 1900; p. 160.

O que é conhecimento?

Toda a discussão anterior nos remete à questão do conhecimento. Sintetizo minha concepção de conhecimento dizendo que é o "conjunto dinâmico" de saberes e fazeres acumulado ao longo da história de cada indivíduo e socializado no seu grupo.¹³ Essa dinâmica se traduz no esquema a seguir, que chamo o ciclo do conhecimento:

**a realidade [entorno natural e cultural]
informa [estimula, impressiona]
indivíduos e povos
que em consequência geram conhecimento
para explicar, entender, conviver com a realidade,
e que é organizado intelectualmente,
comunicado e socializado, compartilhado
e organizado socialmente,
e que é então expropriado pela estrutura de poder,
institucionalizado como sistemas [normas, códigos],
e mediante esquemas de transmissão e de difusão,
é devolvido ao povo mediante filtros [sistemas]
para sua sobrevivência e servidão ao poder.**

A geração, a organização intelectual e social, e a transmissão e difusão de conhecimento tem se dado em várias organizações que chamarei genericamente escola/academia. Isto inclui escolas propriamente ditas, academias, mosteiros, universidades, associações gremiais, clubes, sociedades, mídias e inúmeros outros agrupamentos de indivíduos.

A dualidade escola/academia coloca escola como a instituição onde se transmite e se cria conhecimento com objetivos mais imediatos, e academia como a instituição onde isso se dá com a preocupação principal de elevar o homem. Quem expressa muito bem essa dualidade é Hermann Hesse no seu *Magister Ludi*.¹⁴

¹³ Conjunto vem da lógica e da matemática e carrega uma conotação de estaticidade. Poderia usar a palavra *corpus*, mas também aí se vê o ideia do construído, do estático. Vejo conhecimento como uma ação cumulativa, em permanente reformulação, em evolução. Espero que falar em "conjunto dinâmico" reflita essa concepção. Ver meus livros *Da Realidade à Ação. Reflexões sobre Educação (e) Matemática*, Summus Editorial, São Paulo, 1988, e *Etnomatemática. Arte ou Técnica de Explicar e Conhecer*, Editora Ática, São Paulo, 1990, para uma discussão mais elaborada dessa concepção.

¹⁴ Hermann **Hesse**: *O Jogo das Contas de Vidro*, trad. L. A. **Viotti** e F. V. de **Souza**, Editora Record, Rio de Janeiro, s/d orig. alemão 1943.

O conhecimento, uma vez expropriado pelas estruturas de poder, vai sendo convenientemente fragmentado em disciplinas e áreas de competência para justificar ações setoriais no exercício do poder.¹⁵ Naturalmente, essa fragmentação, como todo método, desencoraja crítica. Assim, o conhecimento, que foi gerado e organizado para satisfazer os anseios de sobrevivência e de transcendência, e essa fase inclui crítica, é devolvido, já elaborado e organizado aos seus geradores, para que os mesmos sobrevivam e sirvam ao poder.¹⁶

É muito difícil definir "poder". O poder como instituição resulta de uma forma de organização social *ad hoc*, que passa por uma hierarquização e concentra-se em alguns indivíduos. Os detentores do poder tornam-se funcionários de *bureau* (=escrivania com gavetas), isto é, burocratas, responsáveis por manter a hierarquia responsável pela organização. Todos aceitam e se enquadram nos requerimentos da burocracia. Alguns justificam essa estruturação da sociedade como intrínseca às espécies vivas e que, portanto, se reflete nas concepções de religião e de economia, isto é, de propriedade e de produção. É importantíssimo o papel da academia em apoio ao sistema. Não vou abordar esse tema neste trabalho, enviando o leitor à obra de Max Weber.¹⁷

Assim, o poder, que foi ele mesmo gerado pelo povo, cria personalidades como o Hal, o computador da novela 2001. Uma *Odisseia* no Espaço, de Arthur C. Clarke, que adquire vontade.¹⁸ Esses indivíduos se mantêm graças à estratégia de devolução a eles do conhecimento por eles gerado, mas convenientemente filtrados. Permitem a sua sobrevivência e uma transcendência enganosa. Os filtros garantem a manutenção da burocracia que sustenta o poder. Até o momento que essa situação leva indivíduos ao niilismo e à fuga mediante drogas, suicídio, violência e outras formas de escape, ou à alternativa da revolta. A metáfora que Arthur C. Clarke estabeleceu na sua obra máxima, bem

¹⁵ Para uma discussão um pouco mais detalhada sobre isso, ver meu livro, escrito em co-autoria com Pierre **Weil** e Roberto **Crema**, *Rumo à Nova Transdisciplinaridade. Sistemas Abertos de Conhecimento*, Summus Editorial, São Paulo, 1993, principalmente a Figura 1 na página 89.

¹⁶ A imposição de sobrevivência, mesmo sem condições mínimas de dignidade, é um exemplo dessa devolução. Veja toda a polêmica em torno da morte voluntária, defendido pelo Dr. Jack **Keivorkian**: *Prescription: Medicide*, Prometheus Books, New York, 1995. Neste livro, o autor discute uma proposta de morte planejada e o impacto dessa proposta para cultivo de órgãos e experimentação médica. O tratamento da natalidade, do suicídio e da pena de morte pelas religiões e códigos jurídicos a serviço do poder são bons exemplos desses filtros.

¹⁷ Max **Weber**: *Economy and Society. An Outline of Interpretive Sociology*, ed. Guenther **Roth** e Claus **Wittich**, University of California Press, Berkeley, 1978. Um estudo breve mas muito abrangente sobre poder pode ser encontrado na obra de Norberto **Bobbio** et al., *Dicionário de Política*, trad. L. G. P. **Cascais** et al., Editora Universidade de Brasília, Brasília, 1986, pp. 933-943.

¹⁸ Transformada em 1968 num excelente filme de mesmo título, dirigido por Stanley **Kubrick**.

como a excelente fábula do *Blade Runner*¹⁹, ilustram muito bem essa alternativa. E, obviamente, a história nos mostra isso nas grandes revoluções.

Não é possível fazer história do conhecimento, em particular História da Matemática, sem uma reflexão sobre como o poder vigente tem determinado a organização intelectual e social e a difusão do conhecimento. E assim, indiretamente, a própria geração do conhecimento. Não podemos nos esquecer que a matemática é a espinha dorsal do conhecimento científico, tecnológico e sociológico.

Produção, difusão e assimilação do conhecimento científico

É ingênuo situar o conhecimento científico como tendo começado numa determinada época, sendo alguém o "herói" responsável por ele.²⁰ Os heróis aparecem na sua época e não são os determinantes daquele momento histórico. São identificados como tal *a posteriori*.²¹

A multiplicidade de fatores envolvidos na produção e no reconhecimento do conhecimento científico é muito complexa e não se explica por nomes, resultados, datas e localidades. Naturalmente, há espaço e interesse em uma história de relatos, descritiva e biográfica, às vezes num estilo de almanaque e mesmo anedotária. Muitas vezes é aceitável e até conveniente essa vulgarização, desde que com propriedade.

Entender o conhecimento exige uma apreciação de sua geração, de sua organização social e intelectual e de sua difusão, o que constitui um processo cíclico inserido numa realidade espacial e temporal que informa indivíduos e grupos para deflagrar o processo. Normalmente, essas várias etapas são estudadas em disciplinas autônomas, respectivamente cognição, história, epistemologia e política.

O ciclo do conhecimento, como proposto acima, é, obviamente, não linear e as várias etapas se influenciam mutuamente.

¹⁹ *Blade Runner*, dir. Ridley **Scott**, 1982 [no Brasil, disponível como *O Caçador de Andróides*]. Interessante o título da novela de Philip K. **Dick**, que deu origem ao filme: *Do Androids Dream of Electric Sheep?*.

²⁰ A frase, atribuída a **Newton**: "Posso enxergar mais longe pois estou apoiado em ombros de gigantes" expressa muito bem a interdependência de outros e de outras gerações na construção de conhecimento.

²¹ Nos tempos modernos, com a institucionalização das ciências, indivíduos que propõem novas direções vem sendo reconhecidos em vida. Exemplo disso é a instituição do Prêmio Nobel e outros tipos de reconhecimento de "heróis". No caso de **Newton**, embora seu reconhecimento tenha sido em vida, não o foi pela amplitude do novo pensar e sua inserção no novo espírito da época, nem por ter sido um dos criadores da ciência moderna.

Os filtros institucionais (códigos, normas, escolas, diplomas e certificados) mistificam o conhecimento. Insisto em dizer que essas várias fases na elaboração do conhecimento se mesclam. Não se dão em qualquer forma de linearidade.²²

Cada uma das etapas constitui uma área de investigação ativa no momento -- na verdade em toda a história da humanidade -- e elas constituem as questões filosóficas mais presentes nas considerações dos pensadores de todos os tempos.

No estado atual do conhecimento, podemos destacar nessas etapas as seguintes questões:

1. O que é realidade?
2. Como o indivíduo recebe informações que deflagram o processo cognitivo? Como funcionam os mecanismos sensoriais? O que é memória? O que é intuição?
3. Como se dá a comunicação? Quais seus limites? Quais as consequências da interação comunicativa?
4. Como se dá a geração individual do conhecimento?
5. Qual o processo social de geração do conhecimento?
6. Como o conhecimento já coletivizado se estrutura e é validado como um corpo de conhecimento? O que é verdade?
7. Como o conhecimento é reconhecido como elemento de poder? Quais os mecanismos de expropriação e de hierarquização de conhecimento?
8. Como se organiza a difusão do conhecimento? Como se disparte o conhecimento?
9. Quais os interesses e filtros que canalizam esse dispartir?
10. Como tem sido quebrado o ciclo geração-organização-expropriação-difusão ao longo da história?

O conhecimento acadêmico, particularmente o conhecimento científico, já se apresenta na sua fase de difusão. As etapas identificadas, sintetizadas nas 10 questões acima, permitem uma análise histórico-crítica do conhecimento.

Cada uma das 10 questões constitui um programa de pesquisa e o seu conjunto constitui uma proposta historiográfica.²³

²² Muitos chamam esse enfoque de "relativismo cultural" e chegam a contestá-lo. Particularmente na História da Matemática há muitos que negam a contextualização. Naturalmente, fica evidente nessas posturas o que se entende pela natureza do conhecimento matemático, isto é, o posicionamento filosófico.

²³ Ver meu artigo intitulado "Bases historiográficas e metodológicas para uma história e filosofia das ciências na América Latina", *Episteme*, vol. 3, n° 6, 1998; pp. 300-310.

A dinâmica da transferência de conhecimento

A metáfora da bacia hidrográfica

Devemos reconhecer que aos países periféricos é reservada uma situação de serem não mais que afluentes do curso principal atual do desenvolvimento científico e tecnológico. Nisso consiste a *basin metaphor*, que se refere ao conhecimento dos países centrais como a massa de água de uma grande caudal cuja contribuição dos afluentes, mesma pequena, se incorpora e dá vida à grande massa. Essa contribuição é, como um todo, trivial e marginal, não alterando as características da grande caudal. A ciência e a tecnologia seguem seu curso, regando e fertilizando suas margens. Mas as águas da grande caudal não penetram afluente acima e, portanto, não podem fertilizar as margens dos afluentes.²⁴

Se relativamente à grande caudal essa produção é trivial e marginal -- como tem sido a produção científica e tecnológica dos países periféricos -- relativamente a seu próprio curso ela é nada menos que essencial, mas desde que orientada para objetivos específicos.

A produção científica e tecnológica que classifico de trivial e marginal resulta de tarefas residuais dos trabalhos teóricos e experimentais dos laboratórios e grandes centros universitários do mundo, para onde normalmente se enviam as melhores cabeças dos países periféricos para obter seu Ph.D. ou equivalente. Normalmente, esses candidatos são muito bem selecionados e capazes e, facilmente, se integram nas equipes de pesquisa, às quais dão a sua contribuição. Essa contribuição, mesmo modesta, embora em alguns casos seja de altíssima qualidade e importância, é suficiente para a obtenção do título almejado. Munido desse título retornam e, via de regra, continuam a mesma linha de pesquisa e, isolados e afastados dos grandes centros, têm poucas possibilidades de avançar significativamente. Tornam-se astros sem luz própria, devendo periodicamente visitar o centro gerador de sua energia intelectual para recarregar suas baterias. Criou-se para isso a figura do pós-doutorado institucionalizado.

Claro, nada contra a obtenção de graus acadêmicos no exterior nem contra a volta periódica ao exterior, mas sim contra a definição de linhas de pesquisa subordinadas às dos grandes centros, sob a ilusão de se estar trabalhando em temas de fronteira, quando, na verdade, se está contribuindo apenas com resultados triviais e marginais. Algumas vezes sabemos que essa contribuição tem potencial para fazer avançar as fronteiras do conhecimento aplicado e da tecnologia, de modo que os resultados possam se transformar em algum benefício para a população. Mas também sabemos que, para que esse potencial se realize, é necessário uma

²⁴ Ver meu artigo intitulado "Ethnomathematics, History of Mathematics and the Basin Metaphor", *Histoire et Epistemologie dans l'Education Mathématique/History and Epistemology in Mathematics Education* (Actes de la Première Université d'Eté Européenne, Montpellier, 19-23 juillet 1993), eds. F. Lalande, F. Jaboeuf, Y. Nouaze, IREM, Montpellier, 1995; pp. 571-580.

infraestrutura industrial e científica que os países periféricos não possuem. Mesmo em campos puramente acadêmicos, essa deficiência tem como consequência o desperdício de consideráveis recursos humanos.

Em última instância, isso resultará num benefício para aqueles que têm a infraestrutura e, só a partir daí, os benefícios eventualmente retornarão aos países periféricos, acrescidos de *copyrights* e *royalties* e outras tantas formas de controle do saber e do fazer, dando, assim, continuidade a uma outra forma de colonialismo.

Uma proposta historiográfica

A ciência e a tecnologia modernas nos oferecem uma história das mais fascinantes. Abundam os heróis e seus feitos magníficos, particularmente no século XVII e grande parte do século XVIII. Mas onde estávamos, na periferia, como povo e como cultura, enquanto tais fatos se passavam? Onde estávamos, particularmente no final do século XVIII e durante o século XIX enquanto novos fatos consolidam os grandes avanços das ciências e da tecnologia? Onde estavam e o que faziam os nossos heróis?

Após três séculos de missão civilizatória, que foi uma justificativa da conquista, o aparecimento desses heróis deveria ser uma consequência dessa missão e, portanto, distribuído equitativamente pela população mundial. Por que isso não se deu? Condições adversas? E porque no século XX, após dois conflitos mundiais envolvendo todas as nações, praticamente eliminando o estatuto colonial e dando início à governança planetária das Nações Unidas, essas condições adversas subsistem?

Não se pode fazer uma história que oriente nossas ações futuras — uma das justificativas dos estudos históricos — sem esse tipo de análise. As observações acima permitem formular uma proposta historiográfica.

A proposta historiográfica teve sua origem nos estudos da Etnomatemática, que, naturalmente, não se esgota no conhecer o fazer e o saber matemático de culturas marginalizadas. Mas remete sobretudo à dinâmica da evolução desses fazeres e saberes, resultante da exposição a outras culturas. Mas a cultura do conquistador e do colonizador de antanho e dos tempos atuais também evoluiu a partir de uma dinâmica de encontro. Mesmo livros elementares, como o de J. Boyer citado acima, reconhecem, muito antes do polêmico afro-centrismo, que "[A ciência helênica] teve seu nascimento na terra dos Faraós de onde os filósofos, que ali iam se instruir com os sacerdotes egípcios, trouxeram os princípios elementares."²⁵ O encontro cultural assim reconhecido, que é essencial na evolução do

²⁵ J. Boyer *op. cit.*; p. 9.

conhecimento, não estava subordinado a prioridades coloniais como aquelas que estabeleceram posteriormente.

A ciência moderna nasceu enquanto o chamado Velho Mundo se deslumbrava com a nova realidade que representou o Novo Mundo e, a partir de então, sua evolução se fez com a necessária participação de todos. Ao reconhecermos uma contribuição mais intensa de cientistas do Velho Mundo na construção da sociedade moderna, é importante lembrar que o cenário natural, cultural e social do Novo Mundo foi fundamental para o imaginário que serviu de base para essa mesma construção e que, até os dias de hoje, a natureza e a cultura exuberantes do hemisfério conquistado ainda ativam esse imaginário.

A presença das Américas na elaboração do pensamento científico e cultural da Europa cresce em importância desde o primeiro século do encontro até os dias de hoje. Um notável esforço de conciliação faz com que episódios que não podem ser classificados de outra maneira que genocídio humano e cultural, perpetrados nos anos difíceis da época colonial e durante a independência crioula, cedam hoje lugar à busca de novos rumos para a humanidade, com a finalidade maior de sobrevivência do planeta e da civilização.

No que se refere ao Novo Mundo, particularmente à América Latina, cabe aos historiadores das ciências a recuperação de conhecimentos, valores e atitudes, muitas vezes relegados a plano inferior, ignorados e às vezes até reprimidos e eliminados, que poderão ser decisivos na busca desses novos rumos. Cabe reconhecer que somos uma cultura triangular, resultado das tradições europeias, africanas e ameríndias, e que isso tem um impacto permanente em nosso cotidiano latino-americano.

Tomamos de Arnaldo Momigliano a expressão da complexidade dessa composição cultural triangular quando ele se refere às civilizações judaica, grega e romana e convida o historiador a examinar um cenário muito mais amplo que o seu prazer profissional ou diletante.²⁶

Creio que é hora de nos encaminharmos para a ingrata e difícil tarefa de recuperarmos, na história das ciências e da tecnologia, esse equilíbrio triangular, mesmo diante da difícil, ingrata e, às vezes, desconcertante tarefa de enveredarmos para novas concepções de ciência e, conseqüentemente, para novas propostas historiográficas e epistemológicas.

Desde a conquista e o processo colonialista e a constituição dos grandes impérios, até o aparente desmoronamento desses impérios e o aparecimento de grandes blocos econômicos, as várias tentativas de levar a humanidade a um padrão de vida digno e decente, através de organismos como a Liga das Nações e a Organização das Nações Unidas, têm sido frustradas por ações, prepotentes e arrogantes, destinadas a manter as características essenciais do regime colonialista, agora, sob outros rótulos. O fato é que o

²⁶ Arnaldo **Momigliano**, "The Fault of the Greeks", *Daedalus*, Spring 1975; pp. 9-19.

mundo "descoberto" a partir do grande feito de Colombo tornou-se, com raras exceções, o Terceiro Mundo. As raras exceções conduziram ao aparecimento de novas estrelas, especificamente, os Estados Unidos da América, na diminuta constelação imperial.

As comemorações que reconhecem a grandeza da empreitada científica e tecnológica dos últimos anos do século XIV não podem ocultar o insucesso da empresa de se levar qualidade de vida digna e padrões mínimos de sobrevivência para a parte "descoberta" da humanidade. As exceções a esse insucesso são raras e os fatores excepcionais, como no caso dos Estados Unidos da América, Canadá, Austrália, Nova Zelândia e poucos outros, são facilmente identificáveis.

As razões do insucesso em praticamente todo o mundo parecem ser intrínsecas à prosperidade dos impérios coloniais. Em outros termos, os países tão ricos de hoje não poderiam ser tão ricos sem ter empobrecido tão profundamente a periferia e o que é ainda mais perturbador é o fato que a manutenção de sua prosperidade parece depender da continuação da pobreza na periferia.

Não estou me desviando do assunto, pois o mais importante componente desse desequilíbrio perturbador reside numa tecnologia crescentemente científica e dependente da Matemática. A análise histórica do conhecimento matemático assimilado e incorporado ao que-fazer da periferia é, portanto, completamente ligada ao tema deste trabalho.

O momento nos convida a algumas reflexões sobre o próprio sentido de História. Somente através de um conhecimento aprofundado e global de nosso passado é que poderemos entender nossa situação no presente e, a partir daí, ativar nossa imaginação e nossa criatividade com propostas que ofereçam ao mundo todo um futuro melhor. O próprio mundo que há quinhentos anos nos "descobriu" -- hoje Primeiro Mundo -- não conseguiu, até o presente, se descobrir nas relações humanas mais elementares e suas perspectivas de futuro não são das melhores. Mais e mais eles estão sentindo que, diferentemente do que acontecia na ordem colonial, vai sendo insustentável a manutenção de desigualdades tão gritantes. A interdependência resultante de relações íntimas dos meios de produção, o estilo de propriedade da terra e de recursos naturais e, conseqüentemente, de soberania, e, sobretudo, o atual conceito de propriedade intelectual, que inclui cultura, ciência e tecnologia, e os correspondentes *copyrights* e *royalties*, são insustentáveis.

Se estamos na transição do capitalismo para uma sociedade do conhecimento, que é a tese defendida por Peter Drucker num dos seus livros recentes, entender o processo de aquisição de conhecimento ao longo da história é essencial. Como diz Drucker, a grande transformação que se dá é o fato de conhecimento "ter sido sempre um bem privado. Quase de um dia para

outro ele se torna um bem público."²⁷ Ele está se referindo, principalmente, à ciência e tecnologia. Essa reconceituação de conhecimento tem profundas implicações para propriedade intelectual se estamos procurando uma nova ordem mundial, diferente da ordem colonial.

Uma historiografia que nos dê uma percepção do passado como orientação para o futuro deve repousar sobre estudos comparados da produção científica e da aquisição de ciência nos países centrais e periféricos. Esse é um primeiro ponto de controvérsia. Como fazer comparações com o que não houve? De fato, a produção científica nos países periféricos no apogeu do período de impérios coloniais é, pelos padrões historiográficos vigentes, irrisória.

No entanto, há nesse período uma intensa produção, no sentido amplo, de novos modos de explicar e de fazer. Mas essa produção escapa ao reconhecimento acadêmico, pois não serviu de lastro para o progresso como concebido nos países centrais. A Matemática está, implícita ou explicitamente, incorporada nessa ideia de progresso.

Uma proposta educacional são cursos de História da Matemática focalizando essa produção ignorada, respondendo aos interesses desses países.²⁸ O processo de desenvolvimento industrial deve ser analisado e, para tal, é importante desfazer o mito de ser o progresso científico determinante do progresso social e econômico. Com esse falso pressuposto tem havido investimentos maciços em educação e formação de quadros científicos pelos países do Terceiro Mundo após a Segunda Grande Guerra e os resultados foram irrisórios.

Sobre política científica

Efetivamente, o que se vê ao longo da história é um investimento modesto e, muitas vezes, a contragosto em ciência pelos governos dos países que se tornaram países sede de grandes impérios desde a antiguidade, sendo o investimento sempre subordinado a respostas mais imediatas às grandes questões sociais e econômicas.²⁹ Esse imediatismo tem sido o grande equívoco das políticas científicas. Constata-se que a academia pouco contribuiu para a transferência de conhecimentos tecnológicos e industriais para os países de periferia. O investimento em ciência e tecnologia sem uma infraestrutura social e econômica conduz a nada. E, por mais chocante que possa parecer, o investimento em educação e ciência por si

²⁷ Peter F. **Drucker**: *Post-Capitalist Society*, Harper Business, New York, 1993; p. 19.

²⁸ Veja uma proposta no meu artigo "A Research Program and a Course in the History of Mathematics: Ethnomathematics", *HISTORIA MATHEMATICA*, vol. 16, 1989, pp. 285-288.

²⁹ Veja o excelente estudo de Harold **Dorn**: *The Geography of Science*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1991.

não tem se traduzido na criação da infraestrutura social e econômica que conduz a progresso.³⁰

A uma atitude romântica -- o fascínio pela ciência e pela cultura nos países periféricos -- associou-se o interesse das nações centrais, sede dos impérios coloniais, interessadas na preservação de seu domínio de conhecimento, ciência e tecnologia de ponta. Particularmente interessante é um estudo das áreas da Matemática que são mais cultivadas nos países periféricos. Uma proposta de estudo histórico é analisar que áreas foram apoiadas nesses países.³¹

A procura de novas vias para o progresso tem sido dominada por padrões acadêmicos rígidos, amparados por uma História e Filosofia das Ciências que sugere um progresso científico e tecnológico único, linear, cumulativo. Nesse modelo não há a possibilidade de se escapar da desvantagem atual. "O reboque jamais se aproxima da locomotiva" diz um provérbio indígena norte-americano.

A busca de alternativas historiográficas que conduza a uma história que não venha embebida de um determinismo eurocêntrico, favorecendo a manutenção do *status quo* e desencorajando a superação da desvantagem atual, é essencial neste momento de questionamento da atual ordem internacional.

³⁰ Veja meus artigos "Ensino de Ciências e Desenvolvimento: Uma Estrutura Global para Política Científica", *Anais do 1º Simpósio Anual da Academia de Ciências do Estado de São Paulo*, ACIESP, São Paulo, 1976; pp. 165-178; e "Knowledge Transfer and the Universities: a policy dilemma". *Impact of science on society* vol. 29 n. 3, 1979, pp. 223-229.

³¹ Veja o livro citado na nota 9.



O Programa Etnomatemática e questões historiográficas e metodológicas¹

VI Congresso Brasileiro de Filosofia, São Paulo, 6/09/99

"l'histoire des sciences est avant tout l'histoire de leur esprit philosophique, de la représentation que les hommes se sont faite à chaque instant de l'univers, quand ils essayent de la préciser et de la légitimer, d'apporter leurs preuves et leurs raisons aussi loin qu'ils le peuvent".

Abel Rey, 1935.

Ao abordar o conhecimento matemático, ao tomar como referência a ciência acadêmica, ficam privilegiados uma determinada região e um momento na evolução da humanidade. De fato, quando nos referimos à Matemática estamos identificando o conhecimento que se originou nas regiões banhadas pelo Mar Mediterrâneo. Mesmo reconhecendo que outras culturas tiveram influência na evolução dessa forma de conhecimento, sua organização intelectual e social é devida aos povos dessas regiões. Por razões várias, ainda pouco explicadas, a civilização ocidental, que resultou dessas culturas, veio a se impor a todo o planeta. Com ela, a Matemática, cuja origem se traça às civilizações mediterrâneas, particularmente à Grécia antiga, também se impôs a todo o mundo.

Ao atentar nos modos como o processo de evolução da humanidade é descrito, analisado, interpretado e usado nas várias maneiras de se organizar o conhecimento histórico, surgem algumas questões que discutirei a seguir. Mesmo adotando uma postura holística, vou dar maior atenção à história do conhecimento científico, em particular matemático.

A ciência moderna nasceu enquanto o chamado Velho Mundo se deslumbrava com a nova realidade que representou o Novo Mundo e a partir de então sua evolução se fez com a necessária participação de todos. Ao reconhecermos uma contribuição mais intensa de cientistas do Velho Mundo na construção da sociedade moderna, é importante lembrar que o cenário natural, cultural e social do Novo Mundo foi fundamental para o imaginário que serviu de base para essa mesma construção e que, até os dias de hoje, a natureza e a cultura exuberantes do hemisfério conquistado ainda ativam esse imaginário.

¹ **Nota dos editores:** Este escrito, apresentado no VI Congresso Brasileiro de Filosofia, está ampliado no capítulo "O Programa Etnomatemática: história, metodologia e pedagogia".

A presença das Américas na elaboração do pensamento científico e cultural da Europa cresce em importância desde o primeiro século do encontro até os dias de hoje. Um notável esforço de conciliação faz com que episódios que não podem ser classificados de outra maneira que genocídio humano e cultural, perpetrados nos anos difíceis da época colonial e durante a independência crioula, cedam hoje lugar à busca de novos rumos para a humanidade, com a finalidade maior de sobrevivência do planeta e da civilização.

No que se refere ao Novo Mundo, particularmente à América Latina, cabe aos historiadores das ciências a recuperação de conhecimentos, valores e atitudes, muitas vezes relegados a plano inferior, ignorados e às vezes até reprimidos e eliminados, que poderão ser decisivos na busca desses novos rumos. Cabe reconhecer que somos uma cultura triangular, resultado das tradições européias, africanas e ameríndias, e que isso tem um impacto permanente em nosso cotidiano latino-americano.

O ponto de partida deve ser o que se entende por Matemática e qual o objeto de seu estudo. Isto é, uma reflexão sobre a Filosofia da Matemática. E não se pode negar que a História da Matemática está atrelada à Filosofia da Matemática.

Uma vez identificados os objetos do estudo, a relação de fatos, datas e nomes depende de registros, que podem ser de natureza muito diversa: memórias, práticas, monumentos e artefatos, escritos e documentos. Essas são as chamadas fontes históricas. E a interpretação depende de ideologia, na forma de uma filosofia da história. Esse depender é a essência do que se chama historiografia.

A história tem servido das mais diversas maneiras a grupos sociais, desde família, tribos e comunidades, até nações e civilizações. Mas sobretudo tem servido como afirmação de identidade. Em particular, a História da Matemática tem sido muito afetada por isso. É interessante notar o que o historiador soviético Konstantin **Ribnikov** diz no capítulo introdutório de seu livro:

"No estrangeiro [Ribnikov vivia na então União Soviética] se dedica grande atenção à história das matemáticas. A ela está dedicado um conjunto de livros e artigos. Nem tudo neles é, porém, fidedigno. Às vezes os autores de obras sobre história da ciência subordinam seu trabalho a fins distantes da objetividade e do caráter científico."

E depois de vários parágrafos de crítica à orientação idealista e reacionária desses livros e artigos, Ribnikov conclui:

"A luta entre as forças progressistas e reacionárias na ciência matemática, que é uma das formas da luta de classes, se revela de forma mais intensa nas questões históricas e filosóficas das matemáticas....Ela [a história da ciência] deve estar bem organizada como parte da educação ideológica do estudantado e dos trabalhadores científicos."²

² Konstantín **Ribnikov**: *História de las Matemáticas*, Editorial Mir, Moscou, 1987; p. 19.

A última frase da citação se aduna com a minha afirmação de não haver como escapar do caráter ideológico da História da Matemática, assim como de reconhecer que a ação educativa é uma ação política.

Igualmente, ao filósofo das ciências e da tecnologia cabe entender as tramas conceituais que permitem reconhecer, identificar e valorizar formas de explicações e de ações classificadas como científicas e tecnológicas.

Isso é particularmente importante se atentarmos para os descobrimentos e os processos de conquista e colonização. Distorções que deram como resultado a angustiante situação atual de coexistirem um mundo de fartura e prosperidade com um mundo de miséria e desumanidade, e a aterrorizadora perspectiva de extinção da civilização no planeta.

Poderíamos sintetizar essas prioridades perguntando história de quem, do ponto de vista de quem, com que intenções?

Devemos reconhecer que as nações periféricas são não mais que afluentes do curso principal do atual desenvolvimento científico e tecnológico das nações centrais.³

A contribuição dada pelas nações periféricas ao avanço da ciência e da tecnologia das nações centrais é, como um todo, trivial e marginal. Mas é inegável que, embora quantitativa e qualitativamente diferenciada, a produção científica e tecnológica dessas nações relativamente a seu próprio curso histórico tem sido não menos que essencial. O objetivo desta proposta é estudar a historicidade, muitas vezes negada, dessa produção.

Nos países periféricos e nas populações marginalizadas dos países centrais nota-se o mesmo. A atenção dada às contribuições dos locais tem sido quase nenhuma. Embora a produção dos locais tenha sido muitas vezes insignificante, defasada e até mesmo equivocada quando comparada com aquela dos países centrais e das classes dominantes, é importante estimular pesquisa sobre fatos e personagens que tiveram, num certo momento, grande importância e repercussão entre seus pares e sua comunidade. Assim como as ações do presente, em particular a pesquisa científica e tecnológica, devem focalizar prioridades locais, mesmo que muitas vezes essas prioridades não se situem nas fronteiras do conhecimento, a pesquisa histórica também deve ser dirigida a coisas de interesse local.⁴

³ Falo em nações periféricas e nações centrais para me referir àquelas que participaram e participam do processo de globalização do planeta que se iniciou no final do século XV na condição de colônia ou nação politicamente independente mas economicamente dependente, e nações centrais, aquelas que foram ou são metrópoles coloniais ou detentoras dos meios e controle de produção e comércio. Em momentos variados as nações periféricas foram chamadas Terceiro Mundo, subdesenvolvidas, em desenvolvimento, emergentes e outros eufemismos.

⁴ Ver Ubiratan **D'Ambrosio**: "Adequate Mathematics for Third World Countries: Consideranda and Strategies", *Developing Mathematics in Third World Countries*, ed. M. El **Tom**, Mathematics Studies 33, North-Holland Pub. Co., Amsterdam, 1979; pp. 33-46.

Reconheço quão perigosa é essa proposta e o risco que se corre de cair no ufanismo que, tanto do ponto de vista histórico quanto para ações no presente, contribui para mascarar a verdade histórica e pode abrir espaço para um desenvolvimento equivocado.⁵ Mas risco não pode ser justificativa para inação.

Ao historiador das ciências e da tecnologia cabe não apenas o relato dos grandiosos antecedentes e consequentes das grandes descobertas científicas e tecnológicas, mas sobretudo a análise crítica que revelará acertos e distorções nas fases que prepararam os elementos essenciais para essas descobertas e para sua expropriação e utilização pelo poder estabelecido.

Embora seja uma tendência da historiografia atual encarar o conhecimento científico e tecnológico sob esse prisma, a matemática e sua história tem sido imune a essas reflexões. Ainda se tenta justificar o conhecimento matemático por si próprio, e os avanços da matemática são muitas vezes atribuídos somente à dinâmica interna desse conhecimento. Em grande parte isso se deve ao quão pouco se sabe sobre a natureza do conhecimento matemático. Num trabalho recente, o matemático Barry **Mazur** diz que

"Como toda História Intelectual, muito da História da Matemática simplesmente nunca é captada: seus principais artefatos são idéias que passam a maior parte de sua vida em um estado volátil, não registrado. Sua eventual destilação como registro escrito ocorre muito tempo depois de seu descobrimento inicial."⁶

A História da Matemática, que se firmou como uma ciência somente no século passado, tem como grande preocupação o rigor da identificação de fontes que permitem identificar as etapas desse avanço. Isso afeta não só a história da matemática nas nações e populações periféricas, mas igualmente causa distorções na visão de prioridades científicas das nações dominantes.

A proposta historiográfica está implícita no Programa Etnomatemática que teve sua origem na busca de entender o fazer e o saber matemático de culturas marginalizadas. Mas remete sobretudo à dinâmica da evolução desses fazeres e saberes, resultante da exposição a outras culturas. Mas a cultura do conquistador e do colonizador de antanho e dos tempos atuais também evoluiu a partir de uma dinâmica de encontro. Mesmo livros elementares reconhecem, muito antes do polêmico afrocentrismo, que "[A ciência helênica] teve seu

⁵ Essa é a razão do grande conflito que se manifesta hoje com relação ao "Afrocentrismo", uma proposta de revisão da história que privilegia a participação africana na construção do conhecimento grego. Um artigo representativo desse movimento é de Beatrice **Lumpkin**: "Africa, Cradle of Mathematics", *Ganita-Bharati*, vol. 19, nos. 1-4(1997), pp. 1-10. Uma coleção de artigos que mostram muito bem a intensidade dessas discussões é o livro *Black Athena Revisited*, ed. by Mary R. **Lefkowitz** and Guy MacLean **Rogers**, The University of North Carolina Press, Chapel Hill, 1996.

⁶ Barry **Mazur**: *Conjecture, Synthese* **111**, 1997; pp. 197-210; p. 197.

nascimento na terra dos Faraós de onde os filósofos, que ali iam se instruir com os sacerdotes egípcios, trouxeram os princípios elementares."⁷ O encontro cultural assim reconhecido, que é essencial na evolução do conhecimento, não estava subordinado a prioridades coloniais como aquelas que estabeleceram posteriormente.

O Programa Etnomatemática não se esgota no entender o conhecimento [saber e fazer] matemático das culturas periféricas. Procura entender o ciclo da geração, organização intelectual, organização social e difusão desse conhecimento. Naturalmente, no encontro de culturas há uma importante dinâmica de adaptação e reformulação acompanhando todo esse ciclo, inclusive a dinâmica cultural de encontros [de indivíduos e de grupos].⁸

Por que Etnomatemática? Poderíamos falar em Etnociência, um campo muito intenso e fértil de estudos, ou mesmo Etnofilosofia.⁹ A melhor explicação para adotar o Programa Etnomatemática como central para um enfoque mais abrangente aos estudos de história e filosofia está na própria construção do termo. Embora haja uma vertente da etnomatemática que busca identificar manifestações matemáticas nas culturas periféricas tomando como referência a matemática ocidental, o Programa Etnomatemática tem como referências categorias próprias de cada cultura, reconhecendo que é próprio da espécie humana a satisfação de pulsões de sobrevivência e transcendência, absolutamente integrados, como numa relação simbiótica.

A satisfação da pulsão integrada de sobrevivência e transcendência leva a desenvolver modos, maneiras, estilos de explicar, de entender e aprender, e de lidar com a realidade perceptível. Um abuso etimológico levou-me a utilizar, respectivamente, *tica* [de *techné*], *matema* e *etno* para essas ações e compor a palavra etno-matema-tica.

O pensamento abstrato, próprio de cada indivíduo, é uma elaboração de representações da realidade e é compartilhado graças à comunicação, dando origem ao que chamamos cultura. Os instrumentos [materiais e intelectuais] essenciais para essa elaboração incluem, dentre outros, sistemas de quantificação, comparação, classificação, ordenação e linguagem. O Programa Etnomatemática tem como objetivo entender o ciclo do conhecimento em distintos ambientes.

Creio que é hora de adotarmos novas propostas historiográficas e epistemológicas que permitam lidar com a difícil tarefa de recuperar, na história das ciências e da tecnologia, o

⁷ J. **Boyer**: *Histoire des Mathématiques*, Gauthier-Villars, Paris, 1900; p. 9.

⁸ Ver meu livro *Etnomatemática. Arte ou Técnica de Explicar e Conhecer*, Editora Ática, São Paulo, 1990, para uma discussão mais elaborada desse programa.

⁹ O termo foi utilizado, com muita propriedade, por Gary **Urton**: *The Social Life of Numbers. A Quechua Ontology of Numbers and Philosophy of Arithmetic*, University of Texas Press, Austin, 1997.

equilíbrio triangular que deve resultar da mescla de tradições indígenas, europeias e africanas na cultura brasileira.¹⁰

A busca de alternativas historiográficas que conduzam a uma história que não venha embebida de um determinismo eurocêntrico, favorecendo a manutenção do *status quo* e desencorajando a superação da desvantagem atual, é essencial neste momento de questionamento da atual ordem internacional.

¹⁰ A figura do equilíbrio triangular devo a Arnaldo **Momigliano**, "The Fault of the Greeks", *Daedalus*, Spring 1975; pp. 9-19.



Dos fatos reais à modelagem: uma proposta de conhecimento matemático

O que é conhecimento?

Um dos erros básicos na educação tem sido identificar conhecimento com aquilo que se ensina e que se aprende. A capacidade de aprender e o ensino, entendido como comportamentos que servem para auxiliar o aprendizado, estão presentes em todas as espécies. Uma pesquisa recente com chimpanzés mostra uma surpreendente sofisticação. Revela atividades com o objetivo de ensinar, não só esperando que o aprendiz aprenda por imitação. Mãe chimpanzé deixa uma noz (intacta) e uma pedra (martelo) ao alcance do bebê chimpanzé para que ele quebre a noz. E quando o bebê tem dificuldade, mãe chimpanzé ajuda a posicionar a noz de maneira favorável para que ele tenha uma experiência positiva¹. Esse é um tipo de conhecimento que também existe na espécie humana.

Conhecimento está, portanto, associado ao fenômeno vida. E vida existe na medida em que se resolve o seguinte triângulo:

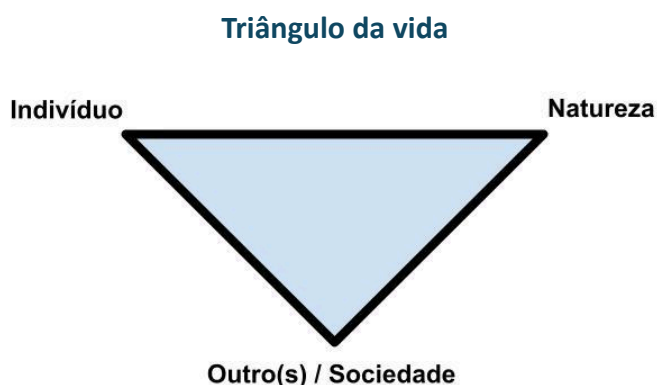


Figura 1

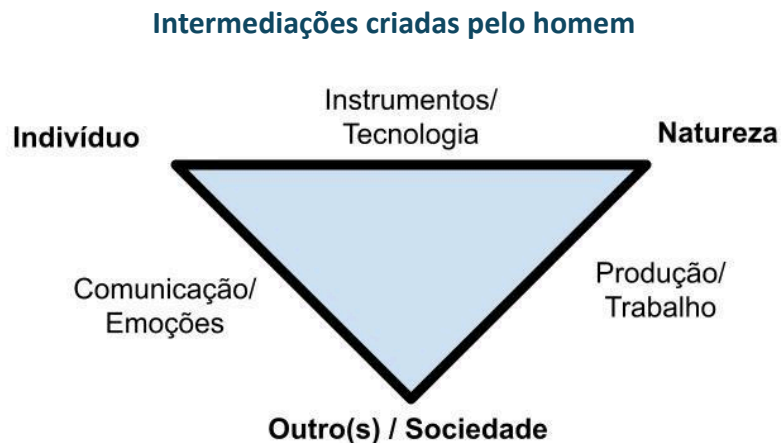
[subentende-se: indivíduo e outro da mesma espécie; natureza cósmica]

Todas as espécies vivas devem aprender a resolver essas relações. E adquirir esse conhecimento. Quem não aprende o essencial, simplesmente não sobrevive. Mas, na nossa espécie, o conhecimento vai além de aprender a lidar com situações que são essenciais para a sobrevivência do indivíduo.

¹ Christophe **Boesch** & Michael **Tomasello**: Chimpanzee and Human Cultures, *Cultural Anthropology*, vol.39, nº 5, December 1998; pp. 591-614.

A espécie humana se distingue das demais espécies por buscar explicações e novos meios de lidar e conviver com a **realidade** natural e sociocultural. Não vou elaborar sobre o que seja realidade. Adoto a concepção mais corrente, materialista, de que realidade é tudo. Tudo é real, eu sou real e tudo foi real, antes de mim, e continuará real, depois de mim.

A busca de explicações e novos meios de lidar e conviver com a realidade natural e sociocultural leva a inserir **intermediações** no triângulo da vida:



As intermediações da figura são fatos. Fatos introduzidos coletivamente por grupos de seres humanos - indivíduos, coletividades, comunidades, povos - e dão origem ao que se costuma chamar fatos culturais, dentre os quais, as próprias intermediações e as explicações sobre elas.

Tudo aquilo que compõe a realidade chama-se **fato**. A realidade está, portanto, cheia de fatos. Fatos naturais e fatos resultantes da ação de seres vivos, particularmente, dos seres humanos. Estes introduzem permanentemente na realidade novos fatos, de natureza material, concretos, que são denominados **artefatos**, e fatos de natureza abstrata, ideias, conceitos, pensamentos, que são denominados **mentefatos**.

Dentre esses, se destacam modos de comunicação, línguas, religiões, artes, assim como as ciências e as matemáticas, enfim, a tudo o que chamamos **conhecimento**, que são os fazer(es) e saber(es) acumulados ao longo da história da humanidade por civilizações distintas².

Todo conhecimento, todo fazer/saber é resultado de um longo processo cumulativo, de geração, de organização intelectual, de organização social e de difusão de ideias. Esses

² Para uma discussão mais elaborada sobre esse tema, ver meu livro *Transdisciplinaridade*, Editora Palas Athena, São Paulo, 1997.

estágios são estudados nas disciplinas chamadas, respectivamente, teorias da cognição, epistemologia, história e educação.

Essas áreas não são dicotômicas entre si. Isto é, não se pode desvincular a geração do conhecimento (cognição) de sua organização intelectual (epistemologia) e de sua organização social (história) ou de sua difusão (educação). O processo é um todo, extremamente dinâmico e jamais finalizado, e está, obviamente, sujeito a condições muito específicas de estímulo e de subordinação ao contexto natural, cultural e social. Assim é o ciclo de aquisição individual e social de conhecimento.

Representações da realidade e modelagem

O ciclo de aquisição de conhecimento é deflagrado a partir da realidade, que é plena de fatos que informam o indivíduo. Este processa a informação e define motivações e estratégias para ação e essa ação vai modificar a realidade, estabelecendo assim um ciclo:

... realidade → indivíduo → ação → realidade ...³

A ação resulta de estratégias motivadas pela necessidade e/ou desejo que tem cada indivíduo de explicar, conhecer, entender, lidar, manejar, conviver com a realidade e, obviamente, resulta da informação que o indivíduo dela recebeu. Esquemáticamente, temos:

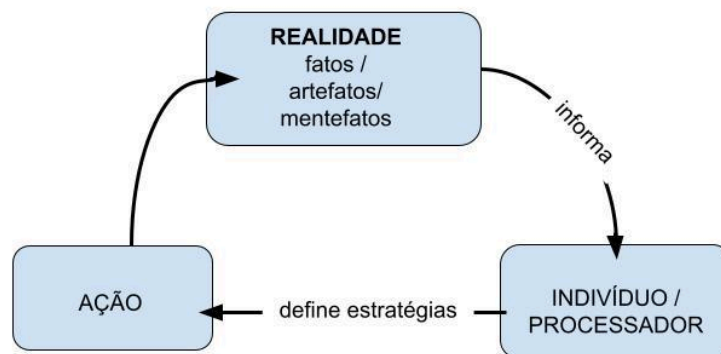


Figura 3

Como se dá esse processamento, ainda, é inexplicado e constitui um dos problemas mais fascinantes da ciência moderna, denominado cognição ou ciência da mente⁴.

Os mecanismos de captação de informação são um pouco melhor conhecidos. Mas, naturalmente, essa informação é múltipla na sua natureza, variada no seu grau de precisão e acuidade e extremamente complexa. O que normalmente se faz é selecionar algumas dessas

³ Isso é discutido no meu livro *Da Realidade à Ação. Reflexões sobre Educação (e) Matemática*, Summus Editorial, São Paulo, 1998.

⁴ Ver o livro de Steven **Pinker**: *Como a Mente Funciona*, Companhia das Letras, São Paulo, 1998.

informações e definir estratégia para ação a partir dessa seleção. Obviamente, estaremos considerando informações parciais, selecionadas a partir do que é efetivamente real.

Por exemplo, uma árvore é objeto de minha atenção. A árvore me fornece muitas informações: cor, cheiro, altura, quantidade de folhas, de galhos, grossura, dimensão global, forma e tantas outras. Mas eu posso decidir ignorar essa multiplicidade de informações e selecionar apenas dimensão global, forma e cor e só me ocupar de informações sobre esses fatos. Não estarei mais lidando com a árvore como um todo, mas com uma **representação** parcial, limitada, dessa árvore, ou como também se costuma chamar, com um **modelo** da árvore. A construção e a elaboração sobre modelos é o que se chama **modelagem**.

Modelos matemáticos

Particularmente importante são os **modelos matemáticos**, que utilizam informações descritas em termos matemáticos, usando representações numéricas e geométricas.

Observe-se a ponte entre modelagem e **resolução de problemas**. Os problemas, como são tratados normalmente, são proposições sobre as representações e não sobre o fato real. Naturalmente, as representações são resultado de uma ação de quem primeiro recebeu informação da realidade, portanto, subjetivas. E recebeu, na etapa de representação, os fatores de limitação que inserem o problema no contexto da disciplina.

Na aula de matemática, ao se falar em resolução de problemas, o que não se traduz em parâmetros matemáticos não é sequer considerado. Ao propor o problema em sala de aula, o professor estará incorporando a "sua" representação do fato real usando linguagem matemática e, portanto, estará trabalhando "numa abstração" para o aluno. É muito importante que essa abstração, usando terminologia matemática, não desligue o aluno da realidade. Isso nos levou a conceituar, num estudo sobre resolução de problemas, "situações ou problemas realmente reais [really real situations or problems]" como sendo aqueles que se referem à realidade do aluno⁵.

Por exemplo, um problema sobre "ir à feira comprar maçãs" para um aluno que jamais ferrou os dentes numa maçã, mas só come bananas não pode produzir bons resultados. Provavelmente, ele se sairá melhor se o problema for formulado em termos de bananas. Sugestão para o professor em sala de aula: formule um projeto de pesquisa para verificar essa minha asserção.

Na verdade, a denominação modelo deveria estar reservada ao artefato que se obtém no final, isto é, a representação operacional. Por exemplo, ao se fazer um aviãozinho de varetas,

⁵ Ver meu trabalho: *New Fundamentals of Mathematics for Schools, The Monitoring of School Mathematics: background papers*, ed. Thomas A. **Romberg** & Dorothy M. **Stewart**, 3 vols., Wisconsin Center for Educational Research, Madison, 1987; v.1, pp. 135-148.

a planta sobre a qual se trabalha não é o aeromodelo. Ele só o será quando estiver em operação como se fosse um avião. Aeromodelagem é o processo de se fazer a representação, de se analisar e de se construir e fazer funcionar o modelo. A **modelagem**, como eu a entendo, é o processo completo. Conduz a artefatos operacionais (tecnologia), a artefatos contemplativos (arte), a mentefatos (teorias).

Por exemplo, uma catedral religiosa é um modelo de templo -- cultos que têm origem em ambientes místicos naturais -- enquanto a catedral como prédio, elemento arquitetônico, é um modelo de natureza artística. Uma teoria geométrica, por exemplo, a Geometria Euclidiana, é um modelo teórico.

Em se tratando do sistema cósmico, mais especificamente planetário, um dos modelos matemáticos mais conhecidos é o Ptolomeo no século I. Foi extremamente importante e útil. Os grandes descobrimentos portugueses no século XV eram baseados no modelo ptolomaico.

Mas, à medida que surgem novas possibilidades de observação do sistema real, novos elementos vão sendo introduzidos na representação e um modelo mais refinado é proposto.

Assim, foi possível a **Copérnico** fazer um outro modelo do sistema planetário no início do século XVI. Trabalhar sobre o modelo matemático pode depender do conhecimento do comportamento dos objetos na realidade. Em si, o modelo de **Copérnico** não seria útil para entender o sistema necessário. São necessários instrumentos intelectuais, que são as leis físicas, para entender o comportamento dos sistemas e dar utilidade aos modelos. No caso do modelo de **Copérnico**, seu sucesso resultou dos seguintes fatos científicos:

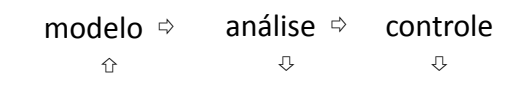
1. a obtenção de leis físicas gerais sobre o movimento dos planetas (as leis de **Kepler** e a teoria da gravitação de **Newton**);
2. o cálculo diferencial, inventado por **Newton** e **Leibniz**, que possibilitou fazer cálculos a partir do modelo e fazer previsões sobre o comportamento do sistema.

Por exemplo, o estudo das trajetórias desse modelo permite identificar objetos que não são observáveis no sistema planetário⁶.

O grande benefício da modelagem matemática é poder, através de cálculos, validar o modelo, fazer previsões sobre o comportamento do sistema e tentar controlar o sistema.

⁶ Interessante notar que a tese de doutorado do "**Sousinha**", Joaquim Gomes de **Sousa** (1829-1863), defendida na Escola Militar em 1848, intitulava-se *Sobre o Modo de Indagar Novos Astros sem Auxílio das Observações Diretas*.

Com o desenvolvimento da computação, a modelagem matemática tornou-se o instrumento científico mais poderoso de que dispomos. O matemático Jacques-Louis **Lions** fez um excelente estudo sobre as possibilidades da modelagem matemática para o estudo do planeta Terra⁷. Nesse livro, ele introduz a "trilogia universal":



como essência da modelagem matemática.

Modelos como estratégia de conhecimento

A proposta da trilogia coincide com o modelo de geração de conhecimento esquematizado na figura 3. O processo cognitivo considera uma modelagem mais ampla, utilizando outros parâmetros além dos matemáticos. A figura seguinte esquematiza esse procedimento.

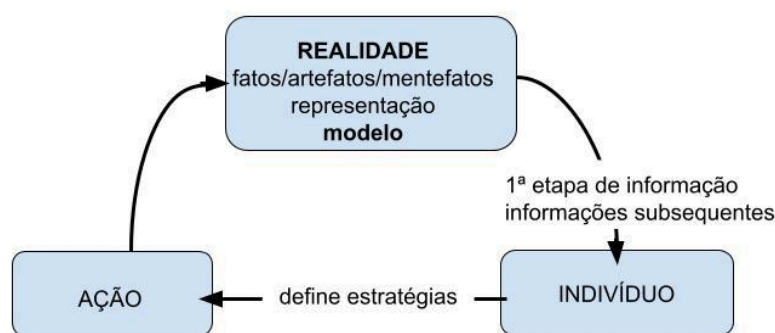


Figura 4 ⁸

Embora o processamento da informação para definir estratégias de ação seja algo muito elaborado, ao se restringir as informações a um número limitado de parâmetros, o processamento é facilmente explicável num contexto das disciplinas. Naturalmente, para processar um modelo com um número maior de parâmetros, necessitamos um instrumental disciplinar maior. Daí o grande avanço que teve a modelagem quando surgiram calculadoras e computadores. Mas a aplicabilidade continua restrita a parâmetros reconhecidos pelos computadores.

A modelagem, além de contribuir para as ciências exatas, físicas e naturais e a tecnologia, também abriu novos horizontes para os estudos das ciências da cognição. Hoje, as ciências da cognição, que consideram o ser humano um processador de informação de um tipo muito

⁷ Jacques-Louis **Lions**: *El Planeta Tierra. El Papel de las Matemáticas y de los Super Ordenadores*, Instituto de España/Espasa Calpe, Madrid, 1990.

⁸ **Nota dos editores**: a imagem original foi corrompida; a figura 4 foi construída pelos editores com base na descrição apresentada no texto.

especial, devem ser a versão moderna do que eram as chamadas teorias da aprendizagem, muito a gosto das nossas licenciaturas. Essas ciências da cognição incluem elementos de psicologia, ciência da computação, particularmente, inteligência artificial, linguística, filosofia, fisiologia e muito mais⁹. A inteligência artificial vem se desenvolvendo rapidamente na busca do reconhecimento de parâmetros, tais como emoções pelos computadores¹⁰. Com isso, as possibilidades de modelagem aumentam muitíssimo, inclusive para o comportamento psicoemocional. Quando as nossas licenciaturas vão acordar para isso?

Uma vez construído o modelo, passamos a tratá-lo como um sistema em si. Naturalmente, são sistemas muitíssimo mais simples que os fatos originais que provocaram a representação sobre a qual construímos o modelo. Estaremos lidando com as várias partes, com os componentes desse sistema, e, igualmente, com as relações entre esses componentes. A ação se exerce sobre esse sistema, sobre o modelo. Essa ação poderá ser de natureza a mais diversa. Posso analisar esse sistema, modelo da árvore, com um instrumental matemático, ou físico, ou mesmo interdisciplinar. Naturalmente, a ação resultante terá limitações e mesmo poderá ir se afastando da realidade, como no exemplo acima. A árvore como um todo é um sistema muito mais complexo que o modelo que eu adotei para analisar a árvore. Naturalmente, se eu quiser informações sobre a árvore obtidas através do meu modelo, a cada instante será necessário verificar se não me perdi com meu modelo que, pelas limitações que eu impus a ele, pode cair num contexto abstrato, distinto da realidade.

Muitas vezes, o objetivo é mesmo perder-se em fantasia e ficção, afastar-se da realidade, o que é muito válido e é o mais comum nas **artes**. Mas muitas vezes é muito importante nos mantermos próximos à vida, ao real e faz-se necessário verificar, com frequência, se o modelo está se comportando de acordo com a realidade. Esse é o caso dos chamados modelos matemáticos, já mencionados acima. Esses são caracterizados pela natureza dos parâmetros que se escolhem, que devem ser parâmetros quantificáveis e sujeitos a um tratamento matemático. Sempre será necessário selecionar parâmetros e, portanto, também o modelo matemático é uma aproximação do real. Mas deverá ser evitado o distanciamento da realidade e, nesse caso, se torna necessária uma avaliação, a cada instante, da adequação do modelo. Ora, essa avaliação está implícita no processo cognitivo, como descrevemos acima, através de uma retroalimentação mediante informações obtidas da representação.

⁹ Veja o excelente artigo de F. R. **Hickman** "Formulation in Mathematical Modelling by Artificial Intelligence" *Mathematical Modelling Methodology, Models and Micros* eds. J.S. Berry et al., Ellis Horwood Limited, Sussex, 1986; pp. 261-286.

¹⁰ Ver *Hal's Legacy. 2001's Computer as Dream and Reality*, ed. David G. **Storck**, The MIT Press, Cambridge, 1997.

Implicações para a educação

A modelagem está mais desenvolvida como modelagem matemática e deveria ser amplamente introduzida nos currículos. À medida que novos avanços em computação, particularmente na inteligência artificial, forem surgindo, a modelagem vai se ampliando às ciências da cognição e ciências humanas.

Um exemplo de como isso pode ser feito nos cursos mais elementares é a utilização de plantas e mapas¹¹.

Para classes mais avançadas, pode-se trabalhar com situações do cotidiano. Como exemplo, vou lembrar alguns dos primeiros passos em direção à introdução desses métodos na UNICAMP no início da década de 70. Naturalmente, naquele momento, a teoria de comportamento apresentada acima ainda estava incipiente. Falar em aprendizagem resumia-se a falar em **Piaget**. E a disponibilidade de recursos matemáticos (calculadoras e computadores) era reduzida. Utilizar uma calculadora simples de quatro operações já era uma ousadia e, na maioria das vezes, criticada e combatida por autoridades, pais e até colegas, chegando mesmo a ser proibida. Explicar modelagem consistia, então, em explicitar os procedimentos. Mas esse é, ainda hoje, um passo necessário para que se inicie um trabalho de modelagem.

O enfoque que eu propus nos anos 70 ainda me parece válido. A figura 5 ¹², reproduzida de um artigo publicado em 1979, é autoexplicativa sobre o que é modelagem.

Figura 5, ver nota.¹³

Aí estão os passos todos que constituem o processo, desde a observação do fato real até a análise do modelo.

O exemplo ilustrado pela Figura 6 ¹⁴ também é autoexplicativo e pode ser trabalhado pelo leitor sem maiores dificuldades. Que caminho o salva-vidas deve escolher para chegar mais rapidamente ao banhista que está se afogando, sabendo que na praia corre com uma velocidade v_1 e que nada com uma velocidade v_2 ? Aí fica claro que a situação real é muito

¹¹ Discuto esse tema no meu livro *Educação Matemática. Da Teoria à Prática*, Editora Papirus, Campinas, 1996.

¹² Ubiratan **D'Ambrosio**: Modelos Matemáticos do Mundo Real, *Ciencia Interamericana*, vol. 20, n. 1-2, 1979.

¹³ **Nota dos editores**: mesmo com uma busca criteriosa, não foi possível localizar a imagem original.

¹⁴ Beatriz S. **D'Ambrosio**, Antonio Carlos **Moretti**, Sergio P. **Fenley**: Um Exemplo Elementar de Modelagem Matemática, *Anais do Segundo Simpósio Nacional de Cálculo Numérico*, São Carlos, SP, 1979; pp. 49-53.

mais complicada. Ao fazer a formulação em linguagem convencionada (matemática), deve-se fazer hipóteses restritivas, tais como admitir a homogeneidade dos meios (praia e água), a separação linear desses meios e a constância das velocidades (v_1 e v_2) nesses meios. Naturalmente, o resultado será uma aproximação do real, o que sempre aparece na modelagem.

Figura 6, ver nota.¹⁵

Há cerca de quinze anos, esse exemplo foi trabalhado numericamente, de uma forma muito interessante, com uma calculadora, num projeto de iniciação científica da UNICAMP.

Esse exemplo corresponde, historicamente, à dedução da lei de refração, tão conhecida na ótica geométrica. Na verdade, a ótica geométrica é um dos primeiros modelos matemáticos de fenômenos físicos. Euclides, ao mesmo tempo que propôs o modelo teórico que passou a ser denominado Geometria Euclidiana, também propôs modelos para fenômenos físicos, entre os quais a obra perdida *Ótica*.

¹⁵ **Nota dos editores:** mesmo com uma busca criteriosa, não foi possível localizar a imagem original.



Uma historiografia para a Matemática na América Latina

X Conferência Interamericana de Educação Matemática, Maldonado, Uruguai
8 a 13 de agosto de 1999; mesa redonda sobre "História da Matemática"

"l'histoire des sciences est avant tout l'histoire de leur esprit philosophique, de la représentation que les hommes se sont faite à chaque instant de l'univers, quand ils essayent de la préciser et de la légitimer, d'apporter leurs preuves et leurs raisons aussi loin qu'ils le peuvent".

Abel Rey, 1935.

O que é conhecimento?

Ao abordar o conhecimento matemático, tomando como referência a matemática acadêmica ficam privilegiados uma determinada região e um momento na evolução da humanidade. De fato, quando nos referimos à matemática estamos identificando o conhecimento que se originou nas regiões banhadas pelo Mar Mediterrâneo. Mesmo reconhecendo que outras culturas tiveram influência na evolução dessa forma de conhecimento, sua organização intelectual e social é devida aos povos dessas regiões. Por razões várias, ainda pouco explicadas, a civilização ocidental, que resultou dessas culturas, veio a se impor a todo o planeta. Com ela, a matemática, cuja origem se traça às civilizações mediterrâneas, particularmente à Grécia antiga, também se impôs a todo o mundo.

Ao atentar nos modos como o processo de evolução da humanidade é descrito, analisado, interpretado e usado nas várias maneiras de se organizar o conhecimento histórico, surgem algumas questões que discutirei a seguir. Mesmo adotando uma postura holística, vou dar maior atenção à história do conhecimento científico, em particular matemático.

A ciência moderna nasceu enquanto o chamado Velho Mundo se deslumbrava com a nova realidade que representou o Novo Mundo e a partir de então sua evolução se fez com a necessária participação de todos. Ao reconhecermos uma contribuição mais intensa de cientistas do Velho Mundo na construção da sociedade moderna, é importante lembrar que o cenário natural, cultural e social do Novo Mundo foi fundamental para o imaginário que serviu de base para essa mesma construção e que, até os dias de hoje, a natureza e a cultura exuberantes do hemisfério conquistado ainda ativam esse imaginário.

A presença das Américas na elaboração do pensamento científico e cultural da Europa cresce em importância desde o primeiro século do encontro até os dias de hoje. Um notável

esforços de conciliação faz com que episódios que não podem ser classificados de outra maneira que genocídio humano e cultural, perpetrados nos anos difíceis da época colonial e durante a independência crioula, cedam hoje lugar à busca de novos rumos para a humanidade, com a finalidade maior de sobrevivência do planeta e da civilização.

No que se refere ao Novo Mundo, particularmente à América Latina, cabe aos historiadores das ciências a recuperação de conhecimentos, valores e atitudes, muitas vezes relegados a plano inferior, ignorados e às vezes até reprimidos e eliminados, que poderão ser decisivos na busca desses novos rumos. Cabe reconhecer que somos uma cultura triangular, resultado das tradições europeias, africanas e ameríndias, e que isso tem um impacto permanente em nosso cotidiano latino-americano.

O ponto de partida deve ser o que se entende por matemática e qual o objeto de seu estudo. Isto é, uma reflexão sobre a Filosofia da Matemática. E não se pode negar que a História da Matemática está atrelada à Filosofia da Matemática.

Uma vez identificados os objetos do estudo, a relação de fatos, datas e nomes depende de registros, que podem ser de natureza muito diversa: memórias, práticas, monumentos e artefatos, escritos e documentos. Essas são as chamadas fontes históricas. E a interpretação depende de ideologia, na forma de uma filosofia da história. Esse depender é a essência do que se chama historiografia.

A história tem servido das mais diversas maneiras a grupos sociais, desde família, tribos e comunidades, até nações e civilizações. Mas sobretudo tem servido como afirmação de identidade. Em particular, a História da Matemática tem sido muito afetada por isso. É interessante notar o que o historiador soviético Konstantín **Ribnikov** diz no capítulo introdutório de seu livro: "No estrangeiro [Ribnikov vivia na então União Soviética] se dedica grande atenção à história das matemáticas. A ela está dedicado um conjunto de livros e artigos. Nem tudo neles é, porém, fidedigno. Às vezes os autores de obras sobre história da ciência subordinam seu trabalho a fins distantes da objetividade e do caráter científico." E depois de vários parágrafos de crítica à orientação idealista e reacionária desses livros e artigos, Ribnikov conclui "A luta entre as forças progressistas e reacionárias na ciência matemática, que é uma das formas da luta de classes, se revela de forma mais intensa nas questões históricas e filosóficas das matemáticas....Ela [a história da ciência] deve estar bem organizada como parte da educação ideológica do estudantado e dos trabalhadores científicos."¹

¹ Konstantín **Ribnikov**: *História de las Matemáticas*, Editorial Mir, Moscou, 1987; p.19.

A última frase da citação se aduna com a minha afirmação de não haver como escapar do caráter ideológico da História da Matemática, assim como de reconhecer que a ação educativa é uma ação política.

Igualmente, ao filósofo das ciências e da tecnologia cabe entender as tramas conceituais que permitem reconhecer, identificar e valorizar formas de explicações e de ações classificadas como científicas e tecnológicas.

Isso é particularmente importante se atentarmos para os descobrimentos e os processos de conquista e colonização. Distorções que deram como resultado a angustiante situação atual de coexistirem um mundo de fartura e prosperidade com um mundo de miséria e desumanidade, e a aterrorizadora perspectiva de extinção da civilização no planeta.

Poderíamos sintetizar essas prioridades perguntando história de quem, do ponto de vista de quem, com que intenções?

Devemos reconhecer que as nações periféricas são não mais que afluentes do curso principal do atual do desenvolvimento científico e tecnológico das nações centrais.²

A contribuição dada pelas nações periféricas ao avanço da ciência e da tecnologia das nações centrais é, como um todo, trivial e marginal. Mas é inegável que, embora quantitativa e qualitativamente diferenciada, a produção científica e tecnológica dessas nações relativamente a seu próprio curso histórico tem sido não menos que essencial. O objetivo desta proposta é estudar a historicidade, muitas vezes negada, dessa produção.

Nos países periféricos e nas populações marginalizadas dos países centrais nota-se o mesmo. A atenção dada às contribuições dos locais tem sido quase nenhuma. Embora a produção dos locais tenha sido muitas vezes insignificante, defasada e até mesmo equivocada quando comparada com aquela dos países centrais e das classes dominantes, é importante estimular pesquisa sobre fatos e personagens que tiveram, num certo momento, grande importância e repercussão entre seus pares e sua comunidade. Assim como as ações do presente, em particular a pesquisa científica e tecnológica, devem focalizar prioridades locais, mesmo que

² Falo em nações periféricas e nações centrais para me referir àquelas que participaram e participam do processo de globalização do planeta que se iniciou no final do século XV na condição de colônia ou nação politicamente independente mas economicamente dependente, e nações centrais aquelas que foram ou são metrópoles coloniais ou detentoras dos meios e controle de produção e comércio. Em momentos variados as nações periféricas foram chamadas Terceiro Mundo, subdesenvolvidas, em desenvolvimento, emergentes e outros eufemismos.

muitas vezes essas prioridades não se situem nas fronteiras do conhecimento, a pesquisa histórica também deve ser dirigida a coisas de interesse local.³

Reconheço quão perigosa é essa proposta e o risco que se corre de cair no ufanismo que, tanto do ponto de vista histórico quanto para ações no presente, contribui para mascarar a verdade histórica e pode abrir espaço para um desenvolvimento equivocado.⁴ Mas risco não pode ser justificativa para inação.

Ao historiador das ciências e da tecnologia cabe não apenas o relato dos grandiosos antecedentes e consequentes das grandes descobertas científicas e tecnológicas, mas sobretudo a análise crítica que revelará acertos e distorções nas fases que prepararam os elementos essenciais para essas descobertas e para sua expropriação e utilização pelo poder estabelecido.

No estado atual do conhecimento, podemos orientar nossas reflexões a partir das seguintes questões:

1. O que é realidade?
2. Como o indivíduo recebe informações que deflagram o processo cognitivo? Como funcionam os mecanismos sensoriais? O que é memória? O que é intuição?
3. Como se dá a comunicação? Quais seus limites? Quais as consequências da interação comunicativa?
4. Como se dá a geração individual do conhecimento?
5. Qual o processo social de geração do conhecimento?
6. Como o conhecimento já coletivizado se estrutura e é validado como um corpo de conhecimento? O que é verdade?
7. Como o conhecimento é reconhecido como elemento de poder? Quais os mecanismos de expropriação e de hierarquização de conhecimento?

³ Ver Ubiratan **D'Ambrosio**: "Adequate Mathematics for Third World Countries: Consideranda and Strategies", *Developing Mathematics in Third World Countries*, ed. M. El **Tom**, Mathematics Studies 33, North-Holland Pub. Co., Amsterdam, 1979; pp. 33-46.

⁴ Essa é a razão do grande conflito que se manifesta hoje com relação ao "Afrocentrismo", uma proposta de revisão da história que privilegia a participação africana na construção do conhecimento grego. Um artigo representativo desse movimento é de Beatrice **Lumpkin**: "Africa, Cradle of Mathematics", *Ganita-Bharati*, vol. 19, nos. 1-4(1997), pp-1-10. Uma coleção de artigos que mostram muito bom a intensidade dessas discussões é o livro *Black Athena Revisited*, ed. by Mary R. **Lefkowitz** and Guy MacLean **Rogers**, The University of North Carolina Press, Chapel Hill, 1996.

8. Como se organiza a difusão do conhecimento? Como se disparte o conhecimento?
9. Quais os interesses e filtros que canalizam esse dispartir?
10. Como tem sido quebrado o ciclo geração-organização-expropriação-difusão ao longo da história?

O conhecimento acadêmico, particularmente o conhecimento científico, apresenta-se na fase de difusão. As etapas identificadas, sintetizadas nas 10 questões acima, permitem uma análise histórico-crítica do conhecimento. Cada uma dessas questões constitui um programa de pesquisa e, no seu conjunto, uma proposta historiográfica.⁵

Embora esteja começando a se delinear uma tendência na historiografia atual de encarar o conhecimento científico e tecnológico sob esse prisma, a matemática e sua história tem sido imune a essas reflexões. Essas 10 questões, focalizadas no conhecimento matemático, dão origem a um riquíssimo programa de pesquisa.

Ainda é comum tentar justificar o conhecimento matemático por si próprio, e os avanços da matemática são muitas vezes atribuídos somente à dinâmica interna desse conhecimento. Em grande parte isso se deve a quão pouco se sabe sobre a natureza do conhecimento matemático. Num trabalho recente, o matemático Barry Mazur diz que "Como toda História Intelectual, muito da História da Matemática simplesmente nunca é captada: seus principais artefatos são ideias que passam a maior parte de sua vida em um estado volátil, não registrado. Sua eventual destilação como registro escrito ocorre muito tempo depois de seu descobrimento inicial."⁶

A História da Matemática, que se firmou como uma ciência somente no século passado, tem como grande preocupação o rigor da identificação de fontes que permitem identificar as etapas desse avanço. Isso afeta não só a história da matemática nas nações e populações periféricas, mas igualmente causa distorções na visão de prioridades científicas das nações dominantes.

A proposta historiográfica está implícita no Programa Etnomatemática teve sua origem na busca de entender o fazer e o saber matemático de culturas marginalizadas. Mas remete sobretudo à dinâmica da evolução desses fazeres e saberes, resultante da exposição a outras culturas. Mas a cultura do conquistador e do colonizador de antanho e dos tempos atuais também evoluiu a partir de uma dinâmica de encontro. Mesmo livros elementares

⁵ Ver meu artigo intitulado "Bases historiográficas e metodológicas para uma história e filosofia das ciências na América Latina", *Episteme*, vol. 3, nº 6, 1998; pp. 300-310.

⁶ Barry **Mazur**: *Conjecture, Synthese* 111, 1997; pp. 197-210; p. 197.

reconhecem, muito antes do polêmico afro-centrismo, que "[A ciência helênica] teve seu nascimento na terra dos Faraós de onde os filósofos, que ali iam se instruir com os sacerdotes egípcios, trouxeram os princípios elementares."⁷ O encontro cultural assim reconhecido, que é essencial na evolução do conhecimento, não estava subordinado a prioridades coloniais como aquelas que estabeleceram posteriormente.

O Programa Etnomatemática não se esgota no entender o conhecimento [saber e fazer] matemático das culturas periféricas. Procura entender o ciclo da geração, organização intelectual, organização social e difusão desse conhecimento. Naturalmente, no encontro de culturas há uma importante dinâmica de adaptação e reformulação acompanhando todo esse ciclo, inclusive a dinâmica cultural de encontros [de indivíduos e de grupos].⁸

Por que Etnomatemática? Poderíamos falar em Etnociência, um campo muito intenso e fértil de estudos, ou mesmo Etnofilosofia.⁹ A melhor explicação para adotar o Programa Etnomatemática como central para um enfoque mais abrangente aos estudos de história e filosofia está na própria construção do termo. Embora haja uma vertente da etnomatemática que busca identificar manifestações matemáticas nas culturas periféricas tomando como referência a matemática ocidental, o Programa Etnomatemática tem como referências categorias próprias de cada cultura, reconhecendo que é próprio da espécie humana a satisfação de pulsões de sobrevivência e transcendência, absolutamente integrados, como numa relação simbiótica.

A satisfação da pulsão integrada de sobrevivência e transcendência leva a desenvolver modos, maneiras, estilos de explicar, de entender e aprender, e de lidar com a realidade perceptível. Um abuso etimológico levou-me a utilizar, respectivamente, *tica* [de *techné*], *matema* e *etno* para essas ações e compor a palavra ETNO-MATEMA-TICA, ou ETNOMATEMÁTICA.

O pensamento abstrato, próprio de cada indivíduo, é uma elaboração de representações da realidade e é compartilhado graças à comunicação, dando origem ao que chamamos cultura. Os instrumentos [materiais e intelectuais] essenciais para essa elaboração incluem, dentre outros, sistemas de quantificação, comparação, classificação, ordenação e linguagem. O Programa Etnomatemática tem como objetivo entender o ciclo do conhecimento em distintos ambientes.

⁷ J. **Boyer**: *Histoire des Mathématiques*, Gauthier-Villars, Paris, 1900; p. 9.

⁸ Ver meu livro *Etnomatemática. Arte ou Técnica de Explicar e Conhecer*, Editora Ática, São Paulo, 1990, para uma discussão mais elaborada desse programa.

⁹ O termo foi utilizado, com muita propriedade, por Gary **Urton**: *The Social Life of Numbers. A Quechua Ontology of Numbers and Philosophy of Arithmetic*, University of Texas Press, Austin, 1997.

Creio que é hora de adotarmos novas propostas historiográficas e epistemológicas que permitam lidar com a difícil tarefa de recuperar, na história das ciências e da tecnologia, o equilíbrio triangular que deve resultar da mescla de tradições indígenas, europeias e africanas na cultura latino-americana.¹⁰

A busca de alternativas historiográficas que conduzam a uma história que não venha embebida de um determinismo eurocêntrico, favorecendo a manutenção do status quo e desencorajando a superação da desvantagem atual, é essencial neste momento de questionamento da atual ordem internacional.

¹⁰ A figura do equilíbrio triangular devo a Arnaldo **Momigliano**, "The Fault of the Greeks", *Daedalus*, Spring 1975; pp. 9-19.



Integração no ensino de ciências

ICASE-Nijmegen, Holanda, 1978. ICASE-Curitiba, Brasil, 1999

O tema da integração das ciências e da matemática com as demais disciplinas do currículo torna-se agora central nas novas propostas em todo o mundo. Minha proposta de uma ampla reformulação do currículo organizado nas vertentes **Literacia, Materacia e Tecnoracia** é a síntese de vinte anos de evolução das idéias originalmente discutidas na conferência internacional sobre "*Integrated Science Education Worldwide*" organizada pelo ICASE em Nijmegen, Holanda, em 1978.

Minha participação nessa conferência prende-se a um conjunto de ações em que fui atuante e que acredito ser de interesse relatar nesta conferência.

Nas décadas de 60 e 70 intensificou-se um movimento para o ensino integrado das ciências. A liderança do *International Council of Associations for Science Education* (ICASE) nesse movimento foi de fundamental importância.

Em 1974, foi criado, na UNICAMP, um programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática [integradas] sob patrocínio da Organização dos Estados Americanos e do Ministério de Educação do Brasil. Em quatro anos o programa recebeu 128 bolsistas de todos os países da América Latina e Caribe e de todos os estados do Brasil. Não há notícia de outro programa de pós-graduação integrada em Ciências e Matemática anterior a esse. A influência do programa na liderança em ensino de ciências e matemática na América Latina é considerável.

Um resultado desse programa foi a criação do Centro Interdisciplinar para a Melhoria do Ensino de Ciências (CIMEC), na UNICAMP, onde se executou um projeto de desenvolvimento curricular denominado "Novos Materiais para o Ensino da Matemática".

Na conferência de 1978 em Nijmegen, Holanda, organizada pelo ICASE, fui responsável pelo grupo de trabalho "Relações da ciência integrada com outras áreas do currículo". Na conferência deflagradora do trabalho do grupo, propus um modelo de elaboração do conhecimento como ação a partir da realidade. Foi apresentado e discutido o modelo sobre o qual se estruturaram o Curso de Mestrado e o Projeto Novos Materiais mencionados

acima. Posteriormente, esse modelo foi elaborado nos meus livros "*O Ensino de Ciências e Matemática na América Latina*", Papirus Livraria Editora, Campinas, 1984; "*Da Realidade à Ação*", Summus Editorial, São Paulo, 1986; e "*Several Dimensions of Science Education. A Latin American Perspective*", CIDE/REDUC, Santiago, 1991.

O foco da integração responde à maneira como vejo a grande meta da educação:

**Formação de um indivíduo ético, criativo e crítico,
preparado para viver participativamente na sociedade e consciente de sua cidadania.**

A preocupação com "Educação para Cidadania no Século 21" foi o tema de um simpósio organizado pela *National Science Foundation* dos Estados Unidos, no qual tive a oportunidade de retomar a integração do ensino de ciências e matemática com engenharia e tecnologia. Ver "*Science, Mathematics, Engineering and Technology Education for the 21st Century*", NSF Report 94-4, Washington DC, 1992.

Essas ações e reflexões culminaram na proposta do *trivium* Literacia- Materacia-Tecnoracia ["*Literacy, Matheracy, and Technoracy: A Trivium for Today*," in *Mathematical Thinking and Learning*, 1(2), 1999, pp.131-153; "*Educação para uma Sociedade em Transição*", Papirus Editorial, Campinas, 1999]



Entrevista concedida à Célia Carolino Pires

2 de abril de 1999

SBEM - Sociedade Brasileira de Educação Matemática

Educação Matemática em Revista, SBEM, ano 6, n° 7, julho de 1999, pp. 5-10.

CCP - Como a Educação Matemática vem evoluindo internacionalmente e nacionalmente?

Ubi - Se vocês me permitirem, vou me estender um pouco nesta resposta, pois dela depende as respostas às demais questões.

É importante lembrar que a Educação Matemática, como disciplina autônoma, é relativamente nova. Alguns matemáticos e educadores ainda insistem em não reconhecê-la como tal. No entanto, Educação Matemática, como preocupação com uma prática, vem desde a antiguidade.

Como preocupação com uma prática escolar, a Educação Matemática teve um grande impulso no início do século com Felix **Klein** e a fundação da Comissão Internacional de Instrução Matemática, em 1908. O Brasil participou desse processo, com a presença de Eugênio Raja **Gabaglia** nessa fundação. Isso teve influência na evolução da Educação Matemática no Brasil. Mas, no Brasil e no resto do mundo, Educação Matemática foi encarada como ensinar bem [isto é, ter boa didática] a matemática que constava dos programas [isto é, conhecer bem o conteúdo] e verificar se o aluno aprendeu bem esse conteúdo [isto é, aplicar exames rigorosos]. Lamentavelmente, essa percepção ainda encontra adeptos, no Brasil e no resto do mundo.

Nessa percepção equivocada de Educação Matemática, os objetivos do ensino da matemática indicavam claramente a intenção da manutenção de um *status quo*, com a garantia de expansão de um sistema de produção. As duas grandes metas eram melhorar a produção – uma matemática que conduzia às carreiras em exatas – e o consumo – uma matemática que permitia ao consumidor lidar com seu dia a dia. Ingressar no sistema de produção era reservado às elites. E o consumo era naturalmente moderado devido à

produção limitada e cara. As oportunidades educacionais eram restritas a classes sociais mais abastadas, os resultados desse ensino da matemática não davam motivo para grandes preocupações. O nível, falsamente aquilatado pelo rigor matemático expresso nos conteúdos programáticos e pela dificuldade das provas e exames, era alto. O rendimento escolar muito baixo, com alto grau de tolerância. Essa era a situação em todo o mundo. Claro, os fatores acima faziam com que a situação no Brasil fosse ainda mais tranquila que no resto do mundo, pois as escolas eram muito seletivas. O nível do ensino da matemática no Brasil era bastante elevado.

Pode-se dizer que nesse período, até a Segunda Guerra Mundial, a Educação Matemática consistia em ensinar bem um conteúdo tradicional. Exames difíceis eram interpretados como o professor ter sido rigoroso e exigente e serviam de critério para aquilatar a genialidade do aluno. Claro, bons alunos passavam sem bons resultados nesses exames. Mas tudo era tolerado em nome do elevado nível dos cursos de matemática. Depoimentos de formados nessa época, entre eles Paulo **Freire**, corroboram essa observação.

Alguns movimentos inovadores, como a Escola Nova, tiveram pouca repercussão na Educação Matemática. Enquanto propostas como a de George **Pólya**, que pouco tinham a ver com Educação Matemática, eram festejadas. O que se passava com a criança e com a sociedade tinha menor importância.

Embora isso ainda permaneça, sobretudo nos países que emergiram no cenário mundial após a Segunda Guerra Mundial, entre eles o Brasil, deu-se uma grande transformação em escala internacional a partir da década de 50, pelas razões que analiso a seguir.

No pós-guerra vê-se uma grande expansão do mercado consumidor. Aprendeu-se, na guerra, como produzir mais e a mais baixo custo. Isso devido a eficientes métodos de treinamento, apoiados em cuidadosas pesquisas em aprendizagem. O behaviorismo abriu, sem nenhuma dúvida, oportunidades de trabalho para classes que jamais teriam oportunidade de ascender. Na verdade, essa possibilidade de rapidamente capacitar indivíduos para tarefas razoavelmente sofisticadas foi decisiva para o resultado da Segunda Guerra Mundial. A impressão que esses métodos causaram nos educadores, inclusive nos educadores matemáticos, foi grande. Mas felizmente de curta duração. Percebeu-se logo que treinamento e educação são processos distintos com objetivos distintos. Faz-se treinamento para passar um teste, como nos cursinhos, ou para se desempenhar numa profissão, mas isso não é educação.

Também no pós-guerra intensificou-se o "marketing", que já se havia firmado como estratégia de vendas no início do século graças à produção em massa e o surgimento de novos centros consumidores, sobretudo nos Estados Unidos. Mais alunos, provenientes de praticamente todas as classes sociais – que seriam os consumidores de um sistema de produção que deles necessitava – forçaram uma tendência de tornar a matemática mais acessível. Estava-se vivendo um momento muito semelhante ao da Europa na transição dos

séculos XVI para XVII, com o florescimento da era colonial. Preocupações semelhantes às que levaram **Comenius** a propor sua Didática Magna eram evidentes no após-guerra.

Na opinião de muitos educadores, inicia-se assim uma deterioração no ensino da matemática. O fato é que se começou a notar, embora poucos tivessem a coragem de tornar tão explícito, que a matemática dos currículos escolares era desinteressante, obsoleta e inútil. Essas características ainda se fazem notar em grande parte dos conteúdos matemáticos, que ainda vem se mantendo nos currículos escolares por força da reação de alguns educadores matemáticos subordinados a mitos ainda aceitos por matemáticos.

O fato de ser desinteressante foi reconhecido por educadores matemáticos como Zoltan **Dienes**, Georges **Papy**, Caleb **Gattegno** e importantes propostas de utilizar materiais didáticos começaram a ser conhecidas e aceitas. Aceita-se motivação como um fator de grande importância na aprendizagem. E entender como o indivíduo aprende torna-se fundamental. É o momento em que Jean **Piaget** surge com suas importantíssimas teorias estruturalistas de aprendizagem.

A obsolescência da matemática foi também notada. Sobretudo a complexidade da sociedade e dos meios de produção no após-guerra exigem uma outra matemática nas escolas elementares e médias. Integrar o aluno no pensar e no fazer modernos exigiam outra experiência. A obsolescência é fortemente denunciada por Jean **Dieudonné** na sua frase "À bas Euclides", tão mal interpretada.

A inutilidade era percebida primeiro em função da obsolescência, mas também pela percepção do surgimento, que evidentemente logo se deu, de calculadoras e computadores.

Deve-se destacar o grande movimento filosófico do após-guerra, que é o estruturalismo e que vinha se desenvolvendo desde o início do século, sobretudo na França. Sua vertente matemática se manifesta nos trabalhos do grupo **Bourbaki**. As propostas estruturalistas de Jean **Piaget** na teoria da aprendizagem e do grupo **Bourbaki** na matemática se apoiavam mutuamente e daí a corrente que ficou conhecida como Matemática Moderna.

A oposição a **Piaget** foi significativa. O behaviorismo já iniciava seu declínio, mas a busca das influências sociais e culturais na elaboração do conhecimento estava em plena ascensão. A ênfase no social na construção do conhecimento, segundo as teorias de Lev **Vigotsky**, desenvolvida na União Soviética na década de 30, era praticamente desconhecida no exterior até a década de 60. Particularmente importante para atrair para as teorias de **Vigotsky** foram as traduções dos trabalhos sobre aprendizagem matemática de **Krutetsky** e de seus colaboradores, nas décadas de 60 e 70. Outras correntes de oposição ao estruturalismo de **Piaget** se fazem notar. As críticas vindas de filósofos como Noam **Chomsky** e de matemáticos como Hans **Freudenthal** proporcionaram um importante debate, altamente esclarecedor, na década de setenta.

A modernização da matemática nas escolas tornou-se uma preocupação em todos os países, sobretudo em vista da entrada na era da alta tecnologia. Trabalhadores e população em geral, e sem dúvida técnicos e cientistas, necessitavam de uma matemática mais moderna. Novos métodos de ensino e novos conteúdos se faziam necessários. A dificuldade de pais e de professores em acompanhar a nova matemática que se pretendia introduzir deu à educação matemática uma visibilidade social sem precedentes na história.

Esse envolvimento da sociedade como um todo alia-se à preocupação dos educadores matemáticos com o andamento das reformas na educação matemática para estimular a avaliação, em escala internacional, dos resultados do ensino da matemática. Essas avaliações dominaram as décadas de 60 e de 70. O IIEA/*International Institute of Educational Assessment* realizou a primeira grande avaliação comparativa de resultados escolares e a matemática foi a disciplina escolhida. Os resultados causaram surpresas e imediatamente lançou-se o SIMS/*Second International Mathematics Studies*, o maior e mais elaborado programa de avaliação escolar que conheço. Iniciado em 1972, até o final da década de 80 os dados obtidos ainda estavam sendo analisados. No início da década de 90 lançou-se o TIMSS/*Third International Mathematics and Science Studies*, com a intenção de relacionar os resultados da matemática e das ciências. Esse projeto revela uma forte tendência de integração da matemática às demais disciplinas científicas.

O Brasil, mesmo após insistentes convites, não se interessou em participar desses estudos. Após forte pressão do Banco Mundial, lançou-se a programas de avaliação em larga escala, como por exemplo os "provões", cuja importância acadêmica é discutível.

Das inquietações com a expansão do ensino da matemática e com a qualidade desse esforço a partir do início da década de 50, é que surge a moderna Educação Matemática, logo transformada em um grande movimento internacional balizado pelos Congressos Internacionais de Educação Matemática/ICME. Reativou-se a Comissão Internacional de Instrução Matemática/ICMI, como uma das comissões da União Matemática Internacional/IMU. Embora o ICMI ainda esteja inconvenientemente subordinado ao IMU, os ICMEs são organizados com absoluta autonomia. O ICME 1 foi realizado em Lyons, em 1968, e o ICME 2 em Cambridge, em 1972. Quase ao mesmo tempo fundou-se a Comissão Interamericana de Educação Matemática/CIAEM, cuja primeira Conferência Interamericana de Educação Matemática/I CIAEM realizou-se em Bogotá, em 1966. A II CIAEM realizou-se em Lima, em 1968, e a III CIAEM, em Bahia Blanca, em 1972.

CCP Como evoluiu a posição do Brasil nesse panorama?

Ubi - Há inúmeras maneiras de se aquilatar essa evolução. Nacionalmente, a partir da década de 50, portanto logo no início do movimento da matemática moderna, o Brasil teve logo uma

intensa participação no movimento. Isso foi bem estudado na tese de doutoramento da Beatriz **D'Ambrosio**.

Internacionalmente, a partir da III CIAEM, em Bahia Blanca, em 1972, e do ICME 3, em Karlsruhe, em 1976, a presença do Brasil tem sido crescente e destacada. No último ICME 8 realizado em Sevilha, o Brasil teve o maior número de participantes e de trabalhos apresentados depois da Espanha, país sede, e dos Estados Unidos. O Brasil tem uma destacada presença internacional na Educação Matemática. Isso mereceria um estudo por parte da SBEM. Simples: fazer um levantamento dos participantes brasileiros em todas as nove CIAEMs e em todos os oito ICMEs já realizados.

CCP Quais as propostas mais relevantes da Educação Matemática para a transformação no ensino da matemática nas salas de aula?

Ubi - Vou falar brevemente das tendências que eu tenho identificado no movimento internacional de Educação Matemática.

As mais destacadas se referem a multiculturalismo e questões relacionadas, como a Etnomatemática e os problemas relativos a questões de gênero e de discriminação.

A Etnomatemática, como tema de pesquisa e prática no Brasil, tem destaque internacional. Porém gênero e discriminação são temas evitados pelos educadores matemáticos brasileiros. Isso merece uma pesquisa cuidadosa. Só assim será possível constatar o alto nível de discriminação racial, afetando particularmente negros, na matemática e no seu ensino no Brasil. Os argumentos de excelência acadêmica usados para negar a discriminação são tão falsificadores quanto a venda que adorna a imagem da Justiça!

Isso abre espaço para os estudos das Dimensões Políticas da Educação Matemática, uma outra tendência notada e que se insere num tema amplo de Matemática e Sociedade.

Outra tendência forte, relacionada com a anterior, é a introdução de história da matemática como elemento motivador e mesmo como caminho para esclarecer a origem das ideias matemáticas. Ligado a isto há um movimento de Matemática Humanística. Procura-se fazer as ligações entre Matemática e as Artes.

No que se refere a conteúdos, têm havido um grande esforço para introduzir temas da matemática atual, como fractais, no ensino elementar.

Mas talvez o desenvolvimento mais intenso esteja sendo a utilização da moderna tecnologia de calculadoras e computadores no ensino da matemática. Estamos no começo de uma nova era na Educação Matemática e isso tem atraído enorme atenção de pesquisadores na área.

Como era de se esperar, a reação de certos educadores e matemáticos é enorme. Legislações têm surgido em todo o mundo para conter essas tendências inovadoras. Fazendo um tipo de chantagem emocional, os conservadores mostram o fracasso dos alunos nos testes e exames para evidenciar o desacerto das novas propostas dos educadores matemáticos. Os pais, sem qualquer preparo matemático, amparado na opinião de matemáticos totalmente jejunos em educação, tendem a apoiar essas tentativas reacionárias. Cedo ou tarde a sociedade vai acordar para o fato que os maus resultados dos exames e das provas e "provões" não estão no aluno nem no professor, mas sim no conteúdo que é desinteressante, inútil e obsoleto.

Um grande esforço internacional se nota na fundamentação das propostas inovadoras, como por exemplo as contidas nos "Standards" do *National Council of Teachers of Mathematics*, dos Estados Unidos, dos Parâmetros Curriculares Nacionais/PCN, do Ministério de Educação do Brasil, e de outros similares em vários países. Essa fundamentação exige uma visão muito ampla da filosofia e da história da matemática, das ciências da cognição e da psicologia, da sociologia, da política e da história da educação. Essas são áreas de pesquisa de crescente relevância para a Educação Matemática.

CCP Que caminhos a SBEM deve buscar a partir de agora?

Ubi - Acredito que a SBEM deveria atuar em duas grandes vertentes: apoiar o professor no seu trabalho cotidiano e coordenar pesquisas em um tema de foco.

O apoio ao professor se dá através da realização dos ENEMs e dos encontros estaduais. Uma publicação destinada aos professores seria muito importante. Mas essa publicação não poderá ser dominada pelos pesquisadores. Deve-se estimular que professores de sala de aula, dos 1º e 2º graus, publiquem suas experiências e as pesquisas associadas a elas.

Desenvolveu-se no Brasil um conceito mistificador de pesquisa que desencoraja a pesquisa pelo professor de sala de aula. Acho isso um erro, e todo professor de 1º e 2º grau deve ter um projeto pessoal de pesquisa associado a sua prática docente. A SBEM deve estimular isso e apoiar o professor que queira entrar nessa atividade.

Um pequeno manual de pesquisa para o professor de 1º e 2º grau, escrita sem o ranço acadêmico que caracteriza o discurso de muitos pesquisadores, seria um excelente projeto para a SBEM.

A opinião que isso não é pesquisa é insustentável. A pesquisa do professor de sala de aula é muitas vezes mais relevante e pode ser tão rigorosa quanto aquelas desenvolvidas pelos educadores matemáticos das universidades, mesmo que eles procurem uma sala de aula para suas experiências. A realidade educacional é vivida pelo professor na ativa e não pelo pesquisador que tem apenas uma sala experimental.

Ninguém diz melhor que o Aurélio o que é pesquisa: ato de buscar com diligência, inquirir, perquirir, informar-se, indagar, devassar. E o professor de sala de aula, assim como os alunos, podem e devem se engajar nesse processo.

Ao Educador Matemático, pesquisador associado a universidades, cabe um papel muito importante, que é uma reflexão maior sobre a matemática e seu ensino. Essa é a função do acadêmico. Pensar com originalidade e divulgar, através de publicações e palestras, seu pensamento. Essa reflexão é frequentemente apoiada em suas próprias pesquisas em uma sala de aula experimental ou nas pesquisas conduzidas pelos seus colegas que são professores de sala de aula. A SBEM deve dar apoio a esses Educadores Matemáticos através de uma revista acadêmica, de circulação internacional. E deve promover, periodicamente, reuniões de pesquisa, restrita a participantes que estejam fazendo reflexões maiores sobre temas de educação matemática.

Uma outra ação para a SBEM é identificar um tema focalizador e coordenar pesquisas sobre ele. Uma sugestão é dedicar os próximos anos a um estudo cuidadoso, com reflexões aprofundadas, sobre os PCN. Seria aberto o convite a pesquisadores dos principais centros de Educação Matemática do país para focalizar e se aprofundar em um ou mais tópicos que compõem nos PCN. A SBEM poderá organizar reuniões pequenas, a custo mínimo para a SBEM, para apresentação de trabalhos de pesquisa sobre os PCN. Eventualmente, a SBEM deverá publicar volumes reunindo esses trabalhos.

CCP Há algumas ações em andamento visando a uma reformulação nos cursos de formação de professores, particularmente nas Licenciaturas em Matemática. Na sua opinião, que aspectos de mudanças são os mais fundamentais?

Ubi - Em primeiro lugar, a SBEM deveria promover um "catálogo" dessas ações, com informações sucintas das propostas, identificação do pessoal envolvido e dados institucionais.

Na minha opinião, o fundamental é uma reformulação radical dos currículos das Licenciaturas. Discuti algo sobre isso no meu livro "Educação Matemática. Da Teoria à Prática". E pratiquei um modelo semelhante no Curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da OEA/MEC/UNICAMP de 1975 a 1979.

Minha proposta é uma Licenciatura em Matemática com 20 disciplinas, distribuídas em 3 blocos, totalizando um mínimo de 1300 horas:

Conteúdo matemático (940 horas):

1. Aritmética (teoria elementar dos números), 60 horas;

2. Geometria Euclidiana (basta demonstrar, com todos os detalhes e comentários, um teorema), 60 horas;
3. Álgebra Moderna "concreta" (reduzido à construção dos chamados campos numéricos: naturais, inteiros, racionais, reais e complexos), 60 horas;
4. Introdução aos Conceitos do Cálculo (sem preocupação em ensinar as técnicas para calcular derivadas e integrais), 120 horas;
5. História da Matemática (focalizando tópicos que aparecem nos programas tradicionais: equações de 1° e 2° grau, trigonometria, geometria analítica), 60 horas;
6. Etnomatemática e modelagem (exemplos de modelos e práticas matemáticas no cotidiano e em outras culturas, particularmente dos povos indígenas brasileiros), 120 horas;
7. Tendências da Educação Matemática (um curso feito sobre uma apreciação dos programas dos congressos de Educação Matemática e de índices de revistas de Educação Matemática, do Brasil e do exterior), 60 horas;
8. Análise dos PCN, 60 horas;
9. Utilização de calculadoras e computadores (programação aberta, ir "brincando" com a calculadora e com o computador, entrar na internet e deixar o curso evoluir), 120 horas.
- 10 Tema monográfico ("dissecar" um resultado maior da matemática, por exemplo: teorema de **Fermat**, teorema de **Pitágoras**, $F-A+V=2$, teorema fundamental da álgebra, $dx^n/dx = n \cdot x^{n-1}$, $e^{i\pi} + 1 = 0$), 120 horas.

Conteúdo de educação (180 horas):

1. História da educação (em especial no Brasil, com foco na matemática), 30 horas;
2. Teorias da Aprendizagem e da Cognição (um enfoque enciclopédico, sem se deter em qualquer delas, sempre que possível com destaque para a matemática), 60 horas;
3. Sociologia e Política da Educação (as teorias de Paulo **Freire**, **Apple**, **Giroux** e outros, sempre que possível com referência à matemática), 60 horas;
4. Tendências da Educação (tomar conhecimento dos grandes planos internacionais de educação e das estatísticas educacionais do Brasil e do exterior, baseando-se nos vários documentos produzidos pela UNESCO e pelo MEC, e examinando algumas revistas), 30 horas.

Disciplinas de apoio (180 horas):

1. Revisão da literatura e da mídia (crítica de livros recentes, jornais e revistas, cinema e programas de televisão, CDROMs, e discussão sobre acontecimentos recentes), 30 horas;

2. Cultura da Paz e da Não-Violência (uma rápida análise do panorama internacional, e das possibilidades de se atingir a paz nas suas múltiplas dimensões - interior, social, ambiental e militar - focalizando a espiritualidade do ser humano), 30 horas;
3. História da Ciência, 30 horas;
4. Atualidade e perspectivas da ciência e da tecnologia (uma abordagem do que está sendo feito no momento em ciência e tecnologia e dos grandes projetos em andamento), 30 horas;
5. Temas transversais (uma análise dos Temas Transversais, como apresentados nos PCN, e das possibilidades de integração da matemática nesse componente curricular), 30 horas;
6. Matemática curiosa e divertida (uma seleção, por exemplo, no estilo Malba Tahan, com explicações sobre o conteúdo envolvido), 30 horas.

Para cada uma dessas 20 disciplinas há uma boa bibliografia em Português. Há inclusive alguns vídeos disponíveis. A metodologia deverá evitar aulas expositivas e repetitivas. Como há bibliografia disponível, os alunos deverão ler e as aulas serão mais comentários e esclarecimentos sobre o que os alunos leram.

O corpo docente poderá, devidamente motivado, se desempenhar bem com esse conteúdo. A profundidade de tratamento dos temas dependerá do corpo docente. Instituições melhores farão mais e com mais rigor e profundidade, outras farão não menos que um tratamento superficial. Assim sempre foi e sempre será.

As pós-graduações deverão também ser mudadas e tratar esse mesmo conteúdo, com carga horária reduzida mas maior profundidade. E acrescentar uma outra disciplina que é "Redação de uma Dissertação".

CCP Sonho?

Ubi - Acredito que isso pode ser feito e com resultados muito melhores que as atuais licenciaturas.



História da Matemática no Brasil: uma panorâmica até 1950

Saber y Tiempo, vol. 2, nº 8, Julio-Diciembre 1999; pp. 7-37.

Resumo

Neste trabalho, descrevo sucintamente a matemática europeia como recebida e praticada no Brasil a partir do período colonial até a entrada na década de 50. Sigo uma periodização que responde às grandes mudanças na evolução política do Brasil. Destaco os principais atores nesse processo com breve referência às suas obras. Dou menos prioridade aos detalhes matemáticos nessa visão panorâmica, procurando destacar o quadro sociopolítico e cultural no qual as opções de pesquisa e de educação se deram. Essa visão panorâmica para no início da década de 50, quando começa uma nova fase de institucionalização da ciência brasileira.

Introdução

A história da ciência no Brasil, em particular da matemática, reflete, como em todos os países que, a partir dos grandes descobrimentos, passaram a ser receptores do conhecimento produzido nos países centrais, a complexidade da era colonial.

Embora se tenha tentado uma certa autonomia após a independência, isso só foi possível em poucos países e, mesmo assim, não antes do final do século XIX.

Um dos problemas difíceis que encontramos refere-se à dinâmica cultural do encontro.

Os modos de fazer e de saber originários dos grandes impérios europeus dos séculos XVI, XVII e XVIII foram transmitidos, absorvidos e transformados nas colônias e nos novos países independentes. Tornaram-se diferentes daquilo que se passava nas metrópoles coloniais. No curso do século XX, houve uma abertura da academia a novas formas de saber e de fazer, sobretudo arte, literatura, religiões, culinária, música e mesmo medicina. Mas pouquíssimo com relação à ciência e absolutamente nada com relação à matemática.

A dinâmica de transferência é pouco notada no caso da Matemática, que mostra uma hegemonia total da Matemática originada nas metrópoles coloniais. Os resultados da dinâmica têm sido descartados, pois não tem acesso ao ambiente acadêmico. E sua inserção no contexto mundial é muito difícil.

Essa situação exige um novo enfoque historiográfico para se fazer história das ideias nos países periféricos.

Portanto, para se fazer história da matemática no Brasil é necessário relaxar os atuais parâmetros historiográficos. Particularmente na cronologia e no conceito de fontes. Embora a situação não seja diferente nos demais países da América Latina, é importante distinguir as peculiaridades das populações nativas do Brasil e da ocupação do território, bem como do movimento de independência e das consequências no século XIX e grande parte do século XX.

Pedro Álvares **Cabral** chegou ao Brasil no dia 22 de abril de 1500 e tomou posse da terra em nome de Dom Manuel I, Rei de Portugal. Em 1503, a serviço do Rei de Portugal, Amerigo Vespucci reconheceu todo o território atlântico da América do Sul, do Orinoco à Patagônia¹.

No que se refere a conhecimento (sistemas de explicações e modos de lidar com o ambiente), distingo sete grandes grupos de populações pré-colombianas das Américas: indígenas costeiros no hemisfério Norte, insulares do Caribe, indígenas das planícies do Norte, aztecas e mesoamericanos, andinos, indígenas da região Sul e culturas amazônicas. A dizimação física e cultural foi quase total, exceto nas culturas azteca, mesoamericanas e andinas.

Quando se examina o período colonial, a dizimação das populações indígenas deu origem à grande imigração proveniente da África [forçada] e da Europa [voluntária]. A abolição da imigração forçada de africanos e a intensificação da imigração voluntária de europeus se dá na construção das novas nacionalidades, o que se inicia a partir do movimento de independência, deflagrado pelas treze colônias inglesas e logo acompanhados pelos quatro vice-reinados da Espanha.

A independência brasileira

No Brasil a independência deu-se tardiamente e de uma forma muito peculiar. Para escapar da invasão napoleônica, a família real portuguesa trasladou-se para o Brasil em 1808. Vieram para uma colônia em condições incomparavelmente piores que as demais colônias das Américas. Não havia universidades, nenhuma produção industrial, nem infraestrutura cultural, nem mesmo imprensa. Nessas condições, o Brasil passou então a ser a metrópole de um grande império colonial, de onde a Rainha de Portugal exercia seu poder sobre as colônias na África e na Ásia. Após a morte da Rainha Dona Maria, o Príncipe Regente, Dom

¹ Sobre o descobrimento e o primeiro reconhecimento e ocupação do território, ver os interessantes livros de Eduardo **Bueno**: *A Viagem do Descobrimento. A verdadeira história da expedição de Cabral*, Objetiva, Rio de Janeiro, 1998; e --: *Náufragos, Traficantes e Degradados. As Primeiras Expedições ao Brasil*, Objetiva, Rio de Janeiro, 1998.

João, foi coroado Rei Dom João VI em 1818 no Rio de Janeiro. Tornou-se, então, o soberano do que se chamou Reino Unido de Portugal, Brasil e Algarves.

Com o retorno da família real para Portugal em 1821, estava claro que a independência possibilitaria a manutenção do status quo para aqueles que resolveram permanecer no Brasil. O mais interessante para a aristocracia crioula seria manter o poder em mãos de uma monarquia vinculada às famílias imperiais da Europa. A independência foi proclamada em 1822 pelo príncipe herdeiro de Portugal, Dom Pedro de Alcântara, que havia permanecido no Brasil como príncipe regente. O português foi coroado como Dom Pedro I, Imperador do Brasil.

Com a morte do rei Dom João VI, houve uma tentativa de quebrar a linha dinástica da casa de Bragança e, em 1831, Dom Pedro I do Brasil resolveu retornar a Portugal e assumir o trono como Dom Pedro IV. Assim, preservou a coroa para a casa de Bragança e é considerado, na História de Portugal, o grande herói que salvou a dinastia real.

O segundo império e a república

Ao retornar para Portugal, Dom Pedro I abdicou do trono do Brasil em nome de seu filho, brasileiro, ainda menor e que, em 1842, viria a ser coroado Imperador do Brasil como Dom Pedro II. O Segundo Império foi um período de progresso econômico e intelectual, com uma forte presença das ideias positivistas de Augusto Comte.

A República só foi proclamada em 1889, com a forte permanência do estilo político imperial. A chamada República Velha manteve privilégios e atitudes próprias da monarquia e o positivismo foi a ideologia dominante.

Tentativas de renovação, como as sucessivas revoltas de tenentes a partir de 1922 e o movimento intelectual da Semana de Arte Moderna em São Paulo em 1922, ambos inspiradas pelos eventos do pós-guerra, particularmente pelas propostas soviética e da República de Weimar, eram indícios da fragilidade do regime estabelecido com a Proclamação da República.

O primeiro movimento renovador de sucesso na política brasileira deu-se em 1930, com a revolução liderada por Getúlio Vargas. Vitoriosa, instalou um governo trabalhista, com evidentes tendências fascistas, e o Brasil só foi efetivamente democratizado na década de 50. Desde então, a construção de uma sociedade democrática tem caminhado com algumas interrupções, as mais prolongadas tendo sido o Estado Novo, do próprio Getúlio Vargas, que durou de 1937 a 1945, e a ditadura militar que se instalou em 1964 e que durou 25 anos.

Essa história peculiar teve, obviamente, enormes consequências no desenvolvimento da matemática brasileira.

Considerações historiográficas

A História da Matemática, subentendido a matemática ocidental, segue a periodização mais comum: Antiguidade, Idade Média, Renascimento e Idade Moderna e Contemporânea. Após o Renascimento, se inicia a criação de escolas e se identificam as grandes direções teóricas que tomou a matemática moderna². A História da Matemática estuda o progresso da matemática, a criação das escolas e os fatores que determinaram as direções nas quais se deu o progresso.

Os países periféricos não participaram do progresso da matemática antes do final do século XIX. Até então, se deu apenas a recepção do conhecimento matemático e não sua elaboração. Portanto, a periodização usual faz pouco sentido para estudarmos a história da matemática nos países periféricos.

Além de ser necessária uma outra periodização, é importante uma revisão epistemológica, incluindo prioridades e avanços que não são considerados ao se fazer a história da matemática dos países centrais.

A recuperação do fazer e do saber matemático da periferia conduz, inevitavelmente, a conflitos epistemológicos. A periodização está intimamente ligada aos momentos políticos identificados com a conquista, o período colonial, a independência e o período em que as novas nações procuram consolidar seu território e entrar no cenário internacional. Isto se dá na transição do século XIX para o século XX.

Embora esteja caindo em desuso, a periodização mais comum, que foi indicada no parágrafo anterior, ainda prevalece e a história da matemática acompanha essa periodização. Mas para os países conquistados a partir das grandes navegações, isto é, mais de 80% da população mundial, essa periodização é absolutamente inadequada.

Proponho, para a história da matemática no Brasil, a seguinte cronologia, que, com ligeiras modificações, pode ser aplicada à história das ciências em toda América:

1. Pré-Colombo/Cabral: os primeiros povoamentos, a partir da pré-história;
2. Conquista e colônia (1500-1822);
3. Império (1822-1889);
4. Primeira República (1889-1916) e a entrada na modernidade (1916-1933);
5. Tempos Modernos (1933-1957);
6. Desenvolvimentos Contemporâneos (a partir de 1957).

² Por matemática moderna entendo a matemática que se desenvolveu na Europa a partir dos trabalhos de Fermat, Descartes, Newton, Leibniz e outros.

A escolha dos anos de 1933 e de 1957, que não coincidem com as grandes transições políticas na história brasileira, são marcos decisivos na História da Matemática no Brasil. Correspondem, respectivamente, à fundação da Universidade de São Paulo e à realização do Primeiro Colóquio Brasileiro de Matemática em Poços de Caldas, MG.

Embora eu tenha grande interesse na história anterior à chegada de Cabral, sobretudo por suas implicações para a etnomatemática, não abordarei esse período neste trabalho.

Tampouco abordarei a matemática contemporânea. A minha análise vai até o início da década de 50, quando foi criado o Conselho Nacional de Pesquisas/CNPq³.

Essa decisão prende-se às dificuldades específicas de fazer uma análise qualitativa da produção científica de pesquisadores vivos e dos centros de pesquisa matemática. Inevitavelmente, cai-se em comentários comparativos e de natureza pessoal. Uma alternativa seria uma análise quantitativa, por exemplo, adotando a abordagem cientométrica. Mas essa abordagem, sem estar acompanhada de uma cuidadosa interpretação qualitativa, conduz a enormes equívocos, sobretudo nos países periféricos. Mesmo nos países centrais, a cientometria e as análises quantitativas de produtividade científica podem ser equivocadas sem uma análise qualitativa da produção.

Conquista e colônia

Em 21 de abril de 1500, navegantes portugueses a caminho da Índia, seguindo o roteiro de Vasco da Gama, desviaram-se de sua rota e descobriram o Brasil. Em três dias, tomaram posse da terra (que chamaram Terra de Santa Cruz) em nome do Rei Dom Manuel I de Portugal, chamado o Venturoso, celebraram uma primeira missa na nova possessão, reconheceram a terra e prosseguiram viagem para a Índia. A Carta de Pero Vaz de Caminha, documento básico das novas terras empossadas em nome do Rei de Portugal, não se refere a conhecimentos matemáticos entre os indígenas. Hoje, através dos vários estudos de etnomatemática, algo dos processos de contagem, de medições e de inferência dos nativos começa a ser conhecido⁴.

Isso, porém, foi irrelevante no processo de posse da terra e nas primeiras atividades coloniais. Mesmo no caso mais progressista das primeiras fases coloniais, especificamente as reduções jesuíticas na região povoada pelos guaranis, não houve preocupação em resgatar atividades de natureza matemática. Houve considerável preocupação com a língua dos

³ O leitor interessado no assunto poderá consultar o livro de Ana Maria Ribeiro de **Andrade**: *Físicos, Mésons e Política. A dinâmica da ciência na sociedade*, Editora Hucitec/MAST-CNPq, São Paulo, 1998, uma das mais importantes análises da história da ciência brasileira contemporânea.

⁴ Uma síntese interessante está no livro de Mariana Kawall Leal **Ferreira**: *Madikauku. Os Dez Dedos da Mão. Matemática e Povos Indígenas do Brasil*, MEC/SEF, Brasília, 1998.

nativos. O Padre **José de Anchieta** (1534-1597) escreveu a primeira gramática e dicionário Tupi-Guarani.

Enquanto há importantes informações sobre a fauna e a flora, a preocupação foi ensinar a poucos nativos e aos crioulos a língua portuguesa, o catecismo e a aritmética (ou arismética) vigentes em Portugal. Sabe-se que o tupi-guarani era a língua mais comum quando aqui chegou a família real. O ensino era dominado pelas ordens religiosas, principalmente pela Companhia de Jesus. Ainda está para ser feito um estudo do que constituía o currículo de matemática, entendido como objetivos, conteúdos e métodos dos jesuítas. Sabemos de alguns dos jesuítas que vieram para o Brasil com uma boa formação matemática, alguns já com uma carreira de professores de matemática em Portugal, principalmente no Colégio de Santo Antônio⁵.

Dentre esses, deve-se destacar o excelente matemático Padre **Valentin Stancel S.J.**, formado em Ormuz e Praga, que permaneceu no Brasil de 1663 até sua morte em 1705. Stancel teve os resultados de suas observações de cometas mencionados no Principia de Isaac Newton. A considerável obra de Stancel começa agora a atrair atenção de historiadores do Brasil e da Europa⁶.

Também merece destaque o Padre Voador, como era conhecido **Bartolomeu de Gusmão** (1685-1724), nascido em Santos. Foi completar seus estudos em Portugal e, em 1709, foi nomeado lente de matemática da Universidade de Coimbra. Mas logo resignou à sua cátedra para se entregar inteiramente ao estudo de balões. Seus resultados, representados pela "Passarola", antecipam em quase 100 anos os estudos dos irmãos Montgolfier. Também se deve mencionar os estudos cartográficos encomendados por Dom João V aos chamados "padres matemáticos", Domenico Capassi e Diogo Soares, entre 1730 e 1737.

Na colônia já consolidada, a fundação de cidades na costa e no interior não muito profundo do país exigiu a construção de grandes igrejas e edifícios públicos, a urbanização e o traçado de estradas, a construção de pontes e outras tantas atividades que revelam considerável grau de matematização.

Igualmente se pode dizer do desenvolvimento comercial. Mas mais evidente é o esforço para a defesa. E, em 1744, temos o primeiro livro de matemática escrito no Brasil por **José Fernandes Pinto Alpoim** (1700-1765), o *Exame de Artilheiro*, seguido em 1748 por outra obra

⁵ A referência básica para a história da matemática no Brasil é o livro de Clóvis Pereira da **Silva**: *A Matemática no Brasil. Uma história de seu desenvolvimento*, Editora da UFPR, Curitiba, 1992. Para uma referência aos jesuítas, ver especialmente pp.34-37.

⁶ Destaco o importante estudo de Carlos Ziller **Camenietzki**: O Cometa, o Pregador e o Cientista. Antônio **Vieira** e Valentin **Stancel** observam o céu da Bahia no século XVII, *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, nº14, 1995, p.37-52.

do mesmo autor, *Exame de Bombeiro*. Ambas foram impressas na Europa, respectivamente, em Lisboa e Madrid, pois não havia imprensa no Brasil colonial. São livros elementares e metodologicamente inovadores, com o objetivo de preparar para os exames de admissão à carreira militar, como os próprios títulos sugerem. Alpoim era militar e formado na Universidade de Coimbra, como sucedeu com grande parte da intelectualidade brasileira na época colonial. Em 1755, foi responsável pela demarcação das fronteiras que iam da foz do Rio Ibicuí à barra do Igurei no Paraná⁷. Foi também o construtor de vários edifícios públicos no Rio de Janeiro e parece ter sido também responsável pela urbanização da cidade de Mariana, em Minas Gerais⁸.

Sem dúvida, o mais destacado cientista brasileiro do período colonial foi **José Bonifácio de Andrada e Silva** (1763-1838), que se tornou Professor de mineralogia da Universidade de Coimbra e membro das mais importantes academias de ciências da Europa. Regressando ao Brasil, foi um dos artífices da independência.

Império

Como já foi lembrado, enquanto colônia, o Brasil não tinha imprensa nem tampouco instituições de ensino superior. Aqueles que tinham recurso ou se destacavam nas escolas jesuíticas iam fazer seus estudos em Portugal e acabavam cursando a Universidade de Coimbra. Os alunos melhor dotados das famílias de pouca posse encontravam, nas ordens religiosas, oportunidades de estudo. Aqueles mais capazes normalmente eram aproveitados na metrópole e se encaminhavam para funções governamentais em Portugal ou no Brasil, ou para a carreira acadêmica ou eclesiástica.

Com a chegada da família real no Brasil em 1808, foi necessário estabelecer na colônia uma infraestrutura necessária para a permanência da família real e da aristocracia por um período que poderia se prolongar. Efetivamente, do Rio de Janeiro seriam dirigidos os negócios do reino e, em 1816, foi estabelecido o Reino

Unido de Portugal, Brasil e Algarves. Criaram-se, no padrão europeu, a Imprensa Régia, o Jardim Botânico, o Museu Real, a Biblioteca Real, o Observatório Astronômico, o Banco do Brasil e inúmeras outras instituições necessárias para o funcionamento de uma metrópole colonial.

Uma consequência da chegada da família real e da elevação do Rio de Janeiro à condição de ser de fato a capital do Reino foi o dismantelamento do movimento de independência que

⁷ *O Exército na História do Brasil*, 3 vols., Biblioteca do Exército Editora/Odebrecht, Rio de Janeiro/Salvador, 1998; v.1, p.223.

⁸ Lembro-me ter ouvido de Ruy **Gama** essa afirmação, mas não encontrei qualquer referência a esse fato.

começava a se estruturar. Por outro lado, foi necessário um processo rápido de modernização do país. Criaram-se logo em 1808 as primeiras escolas superiores, as Escolas de Cirurgia do Rio de Janeiro e da Bahia. E, logo em seguida, a Academia Real Militar.

A imprensa emergente criou um espaço, até certo, ponto inesperado, que foi indicador da presença de uma elite intelectualizada na colônia. Sabia-se de importantes atividades literárias entre os conspiradores da independência. Inclusive da criação de associações reunindo os intelectuais da colônia. O traslado da família real para o Brasil esvaziou o movimento de independência por razões óbvias. A família real teve sensibilidade política para dar espaço para os nacionalistas se manifestarem e a imprensa teve um papel importante nisso. Surgiu, assim, uma aristocracia crioula que, ao se defrontar com a volta da família real para Portugal e o retorno do Brasil à situação de colônia, tratou de proclamar a independência, porém, conservando a monarquia.

Nesse movimento de uma intelectualidade emergente, deve-se destacar o aparecimento de uma revista nova, *O Patriota*, na qual **José Saturnino da Costa Pereira** (1773-1852), que havia feito o curso de Matemática na Universidade de Coimbra, publicou um artigo sobre matemática avançada, tratando do difícil problema isoperimétrico do sólido de maior volume. Embora sem aportar resultados novos, o trabalho demonstra conhecimento de matemática avançada pelo seu autor e uma capacidade, até certo ponto, surpreendente da imprensa emergente lidar com textos matemáticos⁹.

Logo após sua chegada ao Brasil, a corte tratou de criar uma Academia Real Militar, que passou a funcionar em 1811. Ali, se criou um Curso de Ciências Físicas, Matemáticas e Naturais com duração de quatro anos. Os livros adotados eram de Euler, Bézout, Monge, Lacroix e outros destacados textos franceses. Dentre seus professores, estava José Saturnino da Costa Pereira, mencionado acima.

A Academia Militar foi transformada em Escola Militar da Corte em 1839 e, em 1842, foi instituído o grau de Doutor em Ciências Matemáticas.

O primeiro doutorado foi concedido a um jovem maranhense, Joaquim Gomes de Souza (1829-1863), o "Souzinha", sobre quem prevalecem lendas e mitos e de quem se conhecem alguns fatos. Um estudo detalhado desse importante intelectual do Império ainda não foi feito.

⁹ José Saturnino da Costa **Pereira**: PROBLEMA. Entre todos os Sólidos de igual superfície, achar o que tem o máximo volume, *O Patriota*, fevereiro de 1813, 2º vol.,p.3-7. Para detalhes ver Ubiratan **D'Ambrosio**: O cálculo das variações no século XIX e a transição para a análise moderna: reflexões sobre o real e o virtual, *Anais do I Seminário Nacional de História da Matemática, Recife, 9-12 de abril de 1995*, ed. Fernando Raul Neto, UFRPE, Recife, 1998; pp.241-251.

Sua dissertação, apresentada como tese de doutoramento na Escola Militar em 1848, trata de estabilidade de sistemas de equações diferenciais¹⁰. A partir dessa tese, ele avançou consideravelmente em suas pesquisas e, em viagem, à Europa, em 1855 e 1856, apresentou comunicações em Londres¹¹ e em Paris¹², obteve um grau de Medicina na Sorbonne e publicou, pela prestigiosa editora F. A. Brockhaus, de Leipzig, uma antologia poética¹³. Voltou ao Brasil e assumiu cargos políticos, sendo, inclusive, nomeado Deputado, representando o Maranhão no Congresso do Império. Suas intervenções defendendo a autonomia dos três poderes imediatamente criaram uma situação de confronto com os políticos mais tradicionais. Em 1863, o Souza retornou à Europa, onde morreu em Londres nesse mesmo ano.

Sua obra matemática, talvez menos importante que sua presença política no Segundo Império, ficou disponível na forma de memórias póstumas, publicadas em 1882 com o financiamento do governo brasileiro¹⁴. Outra importante obra, uma teoria geral do conhecimento em vários volumes, inacabada quando de sua morte, jamais foi encontrada¹⁵.

Após Joaquim Gomes de Souza, várias outras teses foram apresentadas à Escola Militar, depois, Escola Central e, finalmente, Escola de Engenharia do Rio de Janeiro¹⁶.

A tradição balonística, que se inaugurou com o Pe. Bartolomeu de Gusmão, vai se manifestar no final do século com as importantes experiências e inventos de **Júlio Cezar Ribeiro de Souza** (1881) e de **Alberto Santos Dumont** (1873-1932). Não se pode deixar de mencionar o grande avanço científico e tecnológico que representou a construção do primeiro aparelho

¹⁰ Joaquim Gomes de **Souza**: *O modo de indagar novos astros*, apresentação de Clóvis Pereira da **Silva**, Editora UFPR, Curitiba, 1992 (fac-simile da ed. orig. 1848).

¹¹ Joaquim Gomes de **Souza**: *Proceedings of the Royal Society*, 1856, p.146-149, apresentada por G. **Stokes**.

¹² Joaquim Gomes de **Souza**: *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, tomes XL, p.1310 e XLI, p.100, apresentadas por J. Liouville.

¹³ Joaquim Gomes de **Souza**: *Anthologie Universelle. Choix des Meilleurs Poésies Lyriques de Diveres Nations dans les Langues Originales*, Brockhaus, Leipzig, 1859.

¹⁴ Joaquim Gomes de **Souza**: *Mélanges de Calcul Integral*, impressa na casa F. Brockhaus, Leipzig, 1882.

¹⁵ A fonte mais completa de informações que temos de Joaquim Gomes de **Souza** está na sua notícia bio-bibliográfica na monumental obra de Inocêncio Francisco da **Silva**: *Dicionário bibliográfico português*, 22 vols., Imprensa Nacional, Lisboa, 1858-1923.

¹⁶ Um breve estudo de cada uma dessas teses encontra-se no livro de Clóvis Pereira da **Silva**, *op. cit.*; pp.157-229.

voador por Alberto Santos Dumont¹⁷. Como no caso de Joaquim Gomes de Souza, esse fato foi a realização, isolada, de um indivíduo genial.

Primeira república e a entrada na modernidade

Com a Proclamação da República em 1889, inicia-se uma fase que, do ponto de vista matemático e científico em geral, pouca inovação trouxe ao país. O Império havia visto o florescimento do positivismo de Auguste Comte e a República, efetivamente, foi proclamada sob o paradigma comtiano. O Apostolado Positivista no Brasil era uma força dominante. Matematicamente, isto significou a consolidação das propostas positivistas já em vigor nas Escolas de Engenharia¹⁸.

Destacam-se alguns estudos matemáticos e a produção de textos. São importantes as inúmeras traduções, como a Geometria de Legendre, a Álgebra de Clairaut,¹⁹ e alguns escritos de brasileiros, como a Álgebra de Almeida Lisboa²⁰ e os cursos de Cálculo e Geometria Analítica de Trompowski²¹. São obras que ainda não foram devidamente analisadas²².

Na transição do século XIX para o XX, notam-se algumas tentativas de quebrar a rigidez do positivismo, algumas traumáticas, sobretudo na área da saúde pública. A mais conhecida é a campanha de vacinação contra a febre amarela, liderada, sob muitas controvérsias, pelo médico e sanitarista **Oswaldo Cruz** (1872-1917). O instituto por ele fundado em 1899, hoje Instituto Oswaldo Cruz, é uma das mais importantes instituições de pesquisa no Brasil em saúde pública.

¹⁷ Um dos poucos estudiosos da obra de Santos **Dumont** é Henrique Lins de **Barros**. Ver uma síntese de suas pesquisas no trabalho: Uma Demoiselle que não envelheceu, *Ciência Hoje*, vol.4, n°23, março-abril 1986; pp.24-36. Há também o belo vídeo por ele dirigido e produzido pelo Museu de Astronomia e Ciências Afins/MAST, Rio de Janeiro, outubro de 1998 (60 min).

¹⁸ Ver o livro de Circe Mary Silva da **Silva**: *A Matemática Positivista e sua Difusão no Brasil*, Editora da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 1999.

¹⁹ A. **Clairaut**: *Elementos de Álgebra*, vertidos pelo Tenente Coronel A. Ximeno de **Villeroy**, F. **Briguiet** et Cia., Rio de Janeiro, 1908, tem a dedicatória "Ao Apostolado Positivista do Brasil Respeitosa Homenagem do Traductor".

²⁰ J.L. Almeida **Lisboa**: *Licções de Álgebra Elementar*, Rio de Janeiro, 1911, faz o tratamento das equações algébricas preliminares à teoria de Galois.

²¹ Coronel Roberto Trompowsky Leitão de **Almeida**: *Licções de Geometria Algébrica*, Imprensa Nacional, Rio de Janeiro, 1903. O livro tem a dedicatória "À Memória de Augusto **Comte**, cujas obras constituíram o mais opulento manancial das presentes Licções de Geometria Algébrica. Tributo de Profundo Respeito e Admiração".

²² Deve-se mencionar a importante tese de doutoramento de Wagner Rodrigues **Valente**: *Uma história da matemática escolar no Brasil (1730-1930)*, Annablume Editora/FAPESP, São Paulo, 1999.

No início do século XX a Escola de Engenharia começou a receber impulsos de modernização. Jovens graduados, e merecem destaque **Otto de Alencar Silva** (1874-1912) e **Manuel de Amoroso Costa** (1885-1928) representam pontas de lança nessa escapada ao positivismo.

Otto de Alencar preocupou-se com questões de Análise Matemática. Particularmente importante foi sua crítica à matemática de Auguste Comte, que ainda dominava o início do século XX no Brasil²³. Seu discípulo Manuel de Amoroso Costa fez alguns trabalhos sobre astronomia, fundamentos e convergência de séries²⁴.

Em 1916, Amoroso Costa fundou, no Rio de Janeiro, a Sociedade Brasileira de Ciências, que, em 1921, se transforma na Academia Brasileira de Ciências. Em 1922, Émile Borel visitou o Brasil como membro da delegação francesa que participou das comemorações do centenário da independência. Nessa oportunidade, pronunciou uma conferência na Academia Brasileira de Ciências. Seu principal interlocutor foi Amoroso Costa, que, inclusive, publicou uma nota científica sobre o trabalho de Borel²⁵. Possivelmente por indicação do próprio Borel, ele visitou Paris em 1928, onde ministrou quatro conferências na Sorbonne sobre "Les géométries non archimédiennes"²⁶.

A visita de Borel deu origem a visitas posteriores de Jacques Hadamard (1924), Albert Einstein (1925), Marie Curie (1926) e Paul Langevin (1928), entre outros.

Dentre os representantes do novo pensar científico na Escola de Engenharia do Rio de Janeiro, está **Theodoro Augusto Ramos** (1895-1935), que, em 1918, se doutorou com uma tese "Sobre as Funções de Variáveis reais", trabalho moderno que se apoiava nas tendências então correntes na matemática europeia.

Dentre os colegas de Theodoro Ramos, merece destaque **Lélio Itapuambyra Gama** (1892-1981), que teve importante papel nas várias fases da renovação da matemática brasileira. Foi professor da efêmera Universidade do Distrito Federal, fundada em 1935 e fechada em 1938. Em 1937, associou-se ao Observatório Nacional, onde permaneceu até o fim de sua vida. Em 1952, foi fundador e Diretor do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), posição que ocupou até 1965.

²³ Otto de Alencar **Silva**: Alguns erros de Mathematica na Syntese Subjectiva de A. **Comte**, *Revista da Escola Politécnica do Rio de Janeiro*, vol.2, n° 10, 1898; pp.113-130.

²⁴ Alguns de seus trabalhos estão reunidos no livro Manuel de Amoroso **Costa**: *As Idéias Fundamentais da Matemática*, Editora Convívio/EDUSP, São Paulo, 1981.

²⁵ Manuel Amoroso **Costa**: A propos d'une note de M. **Borel**, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, vol.175, n°24, 1922; pp.1190-91.

²⁶ Um interessante estudo sobre as circunstâncias da visita de Émile **Borel** ao Brasil foi feito por Artibano **Micali**: *Émile Borel et le Brésil, Colloque Émile Borel*, Paris, julho 1999.

Gama se destacou como professor e pesquisador. Foi responsável pela introdução de cursos rigorosos de Análise Matemática, partindo da definição de números reais por cortes de Dedekind e de uma definição rigorosa de limites e continuidade²⁷. Dentre seus trabalhos de pesquisa, destaca-se a noção de espaços de estrutura esferoidal, que muito se aproxima dos espaços uniformes²⁸.

Mesmo em outros estados brasileiros, surgem alguns matemáticos que viriam a ter uma atuação importante nas décadas de 20 e 30. Em Recife lembramos **Luis de Barros Freire** (1896-1963); em Belo Horizonte, **Christóvam Colombo dos Santos** (1890-1980). Em São Paulo, a transferência de Theodoro Augusto Ramos para a Escola Politécnica em 1919, viria a ser decisiva, como veremos adiante.

A superação da influência positivista

A influência do positivismo na matemática ainda se fazia notar no início do século XX, sobretudo na Escola Politécnica do Rio de Janeiro, mas também nas outras escolas superiores do país, dentre as quais, as tradicionais Faculdades de Direito de São Paulo e de Olinda, ambas fundadas em 1827, na Escola de Minas de Ouro Preto, fundada em 1875, e na Escola Politécnica de São Paulo, fundada em 1893.

A chegada de uma significativa quantidade de imigrantes europeus ao Brasil no final do século XIX e início do século XX teve pouca influência nos estudos matemáticos, embora tenha tido grande influência nas faculdades de Medicina, de Direito e de Engenharia. Novas ideias preparam o terreno de contestação das ideias positivistas.

A tese de Theodoro Ramos representou um passo em direção à mudança desse estado de coisas. Em 1919, ele se transferiu para São Paulo e assumiu uma cátedra na Escola Politécnica, fato que teria fundamental importância no desenvolvimento da matemática em São Paulo. Introduziu temas novos nos currículos. Particularmente importante foi o Cálculo Vetorial. Deve-se destacar que, na década de 20, começam a surgir, em outros estados brasileiros, vários livros de Cálculo Vetorial, representando uma grande inovação com relação aos cursos tradicionais de inspiração positivista²⁹.

²⁷ Os cursos oferecidos por Lélío I. **Gama** estão sintetizados no trabalho intitulado "Contribuição à teoria dos limites", *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 9(2), pp.121-154, 9(3), pp.155-183, 1937; e o livro *Introdução à teoria dos conjuntos*, IBGE, Rio de Janeiro, 1941; 204 páginas.

²⁸ Lélío I. **Gama**: Notion de proximité et espaces à structure sphéroïdale, *American Journal of Mathematics*, vol.67, nº1, 1945; pp.42-58.

²⁹ Destaco o curso oferecido por Christóvam Colombo dos **Santos**: *Cálculo Vectorial. Lições professadas na Escola de Minas de Ouro Preto*, Livraria Mineira, Ouro Preto, 1927; 159 páginas.

Deve-se destacar um fato de muita importância, que foi a visita de Albert Einstein à Argentina em 1925. Na passagem pelo Rio de Janeiro, ele aceitou um convite da Academia Brasileira de Ciências e pronunciou uma conferência na mesma. A atitude dos cientistas positivistas, inclusive tentando ridicularizar Einstein pela imprensa, provocou uma reação da corrente modernizadora e isso foi decisivo como um verdadeiro golpe mortal na corrente positivista. Iniciava-se, assim, uma nova era na ciência brasileira.

Particularmente os estudos matemáticos no Brasil entraram numa nova fase. As visitas de Émile Borel e Jacques Hadamard, já mencionadas acima, deram origem a um intenso relacionamento com a França. Deve-se lembrar que, nos anos vinte, já se impunha na França a influência de Maurice Fréchet, Jacques Hadamard e Élie Cartan, e na Itália a de Vito Volterra, que indicavam outras direções para a Matemática. Matemáticos, então, jovens, como André Weil e Henri Cartan, fundavam, na França, o que se chamaria o movimento Bourbaki. Na Itália, Luigi Fantappiè desenvolvia a teoria dos funcionais analíticos e a Topologia e a Lógica floresciam na Polônia. Na Alemanha, a presença maior de David Hilbert era dominante.

Mesmo após escapar da influência positivista, a matemática, no Brasil, se ensinava seguindo os velhos textos de Cambérousse, Wentworth. As inovações no ensino da disciplina fundamental, que era o Cálculo Diferencial e Integral, eram modestas.

Em 1919, Theodoro Ramos foi admitido como professor substituto da Escola Politécnica de São Paulo com uma tese sobre *Questões sobre as curvas reversas* e, em 1926, assumiu a cátedra de Mecânica Racional na mesma instituição. Passou então a oferecer cursos modernos na Escola Politécnica.

Particularmente importante foi o curso sobre Vetores, que foi ministrado por Theodoro Ramos como Professor Visitante em Paris e publicado pela prestigiosa Librairie Scientifique Albert Blanchard em 1930, com o título *Leçons sur le Calcul Vectoriel*. No "Avant-Propos" Theodoro Ramos diz:

"L'utilité de l'usage des 'vecteurs' dans l'étude des questions les plus variées de Géométrie, de Mécanique, de Physique est désormais hors de discussion, et nombreuses sont les écoles techniques supérieures qui maintiennent régulièrement des cours sur le Calcul Vectoriel. A l'École Polytechnique de São Paulo (Brésil), en dehors de l'enseignement de la chaire de Théorie des Vecteurs, fondée en janvier de 1926, des cours libres ont été organisés pour l'instruction des ingénieurs qui voudrait poursuivre des études de Physique théorique. Le petit ouvrage que nous présentons au public contient à peu près la matière d'un cours libre de Calcul Vectoriel professé pendant le second semestre de 1929, et qui a été orienté surtout vers les éléments de l'analyse vectorielle et vers les théories préparatoires à l'étude du Calcul Tensoriel. T. A. Ramos"

O fim da república velha

Como foi dito no início deste trabalho, a República que se instalou em 1889 manteve muitas das características do Império, inclusive, aproveitando seus quadros dirigentes. A grande transformação política do Brasil deu-se com a revolução de 1930, liderada por Getúlio Vargas, que possibilitou a entrada do Brasil na modernidade política e cultural. A modernização da matemática brasileira viria como consequência dessas transformações políticas.

Houve várias resistências a essa nova era. A demora em se promulgar uma nova constituição deu argumentos para que as classes conservadoras de São Paulo deflagrassem, em 1932, a chamada "Revolução Constitucionalista". O conflito, que durou 4 meses, teve enormes consequências no panorama político e social do Brasil.

Embora derrotadas, a intelectualidade e as forças econômicas que dominavam a política paulista lograram autorização para criar uma universidade estadual com autonomia do governo federal. Tiveram papel fundamental nessa conquista o jornalista Júlio de Mesquita Filho, então exilado na Europa, o político Armando de Sales Oliveira, então Interventor Federal no Estado de São Paulo, e Theodoro Augusto Ramos, professor da Escola Politécnica.

Em 1933, foi criada, por Decreto Estadual, a Universidade de São Paulo, reunindo algumas escolas superiores já em atividade, especificamente a Faculdade de Direito, a Escola Politécnica e a Faculdade de Medicina, e criando uma nova escola, muito no espírito da École Normale Supérieure, denominada Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, e que seria a célula mater da Universidade de São Paulo.

A Universidade de São Paulo foi organizada, administrativamente, nos moldes da ainda moderna Universidade de Berlim. Concordou-se que a nova Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras teria responsabilidade de desenvolver pesquisa pura e, ao mesmo tempo, formar quadros para o ensino secundário. Concordou-se que as cátedras da nova Faculdade não seriam distribuídas entre docentes de cátedras afins das escolas existentes, mas seriam providas por professores especialmente contratados para essas cátedras, preferivelmente recrutados em universidades europeias. A esses professores seria solicitada colaboração junto às disciplinas básicas das três escolas tradicionais. Propunha-se uma efetiva modernização do panorama intelectual e profissional do Estado de São Paulo. E, assim, efetivamente se deu.

Tempos modernos - até o final da segunda guerra mundial

Deve-se repetir que o momento político após a revolução de 1930 e a ascensão de Getúlio Vargas criou dois pólos de poder: o econômico em São Paulo e o político no Rio de Janeiro. As duas cidades passaram a ser foco de desenvolvimento com características próprias.

Alijado do poder político após a fracassada revolução de 1932, São Paulo concentrou sua energia no crescimento econômico.

Isso se reflete particularmente no desenvolvimento da pesquisa científica. Justifica-se uma análise do que se passou em São Paulo e no Rio de Janeiro, especificamente no desenvolvimento da matemática. Embora distantes cerca de 400 km, a comunicação entre os dois centros na década de 30 era difícil.

São Paulo

Nos interessa particularmente a chamada Subseção de Matemática da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.

Ficaram encarregados da contratação de professores para prover as cátedras da nova faculdade Júlio de Mesquita Filho e Theodoro Ramos. Por razões de fundo político, que já discuti num outro trabalho, Theodoro Ramos convidou um jovem discípulo de Enrico Fermi, **Gleb Wataghin** (1899-1986), para lecionar Física, e, para Matemática, convidou, na cátedra de Geometria Superior, **Luigi Fantappiè** (1901-1956), um dos mais promissores dos jovens matemáticos italianos, aluno do já consagrado Vito Volterra³⁰.

Luigi Fantappiè nasceu em Viterbo em 1901. Recebeu muita influência de Vito Volterra, um dos mais originais matemáticos do século. Seu discípulo favorito, Fantappiè dominava teorias modernas de Álgebra e Geometria e, naturalmente, de Análise. Ele foi um dos principais propulsores da teoria dos funcionais, que teve em Volterra um dos pioneiros. Um funcional é essencialmente uma função cujo campo de definição é um espaço de funções. Com uma conveniente topologia no espaço de funções, as noções de limite e continuidade são facilmente estendidas e, a partir daí, se faz toda uma teoria de análise. Fantappiè introduziu o conceito de funcional analítico, sempre acompanhando os conceitos da análise, nesse caso, função analítica. Ele trouxe essas ideias para o Brasil e aqui teve inúmeros discípulos, dentre os quais se destacam **Omar Catunda**, **Cândido Lima da Silva Dias** e **Domingos Pisanelli**, que deram importantes contribuições à teoria dos funcionais analíticos.

A criação de um grupo de pesquisa sobre funcionais analíticos por Fantappiè fica evidente ao examinarmos a bibliografia de Franco Pellegrino na edição revista do livro fundamental de Paul Lévy sobre Análise Funcional³¹.

³⁰ Ver Ubiratan **D'Ambrosio**: "A Influência Italiana nas Atividades Científicas Brasileiras", in *A Presença Italiana no Brasil*, Luis A. **De Boni** (Org.), Escola Superior de Teologia/Fondazione Giovanni Agnelli, Porto Alegre, 1987; pp.508-521.

³¹ Paul **Lévy**: *Problèmes Concrets d'Analyse Fonctionnelle*, Second édition, Avec un complément sur les fonctionelles analytiques par F. Pellegrino, Gauthier-Villars, Imprimeur-Editeur, Paris, 1951; pp.471-477.

Fantappiè faleceu em 1956, trabalhando sobre teorias gerais de natureza filosófica, tentando explicar o fenômeno vida através de sistemas entrópicos, aqueles que obedecem a um princípio de causalidade, e diatrópicos, os que obedecem um princípio de finalidade.

Logo ao chegar ao Brasil, teve a missão de organizar os estudos matemáticos em São Paulo e sua primeira preocupação foi modernizar os cursos de Cálculo Diferencial e Integral, transformando-os efetivamente num curso de Análise Matemática. Na então recém criada Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, iniciou esses cursos.

Em 1936, por sugestão de Fantappiè, foi contratado para a cátedra de Análise o jovem matemático italiano **Giàcomo Albanese** (1890-1956). Nascido na região de Palermo em 1890, Albanese havia sido assistente dos destacados Ulisses Dini e Francesco Severi e, ao ser convidado para vir ao Brasil, já se havia projetado internacionalmente pelos seus importantes trabalhos sobre variedades algébricas. Albanese foi responsável por tratar problemas da Geometria Algébrica clássica com o novo instrumental de Álgebra que estava sendo desenvolvido principalmente na Alemanha e na França. As variedades de Albanese se tornaram, a partir dos anos 60, um importante elemento no estudo da Geometria Algébrica Moderna.

O contrato de Fantappiè implicava também dar aulas na Escola Politécnica, que havia sido incorporada à Universidade. Mas a situação na Escola Politécnica estava complicada. Pouco antes da chegada de Fantappiè, havia se realizado um concurso para a Cátedra de Cálculo — talvez precipitado pela iminente chegada de matemáticos que poderiam ser concorrentes à posição — e concorreram a ela dois jovens engenheiros com forte inclinação matemática, **José Octávio Monteiro de Camargo** e Omar Catunda. Como era frequente na época nos concursos para as escolas superiores, algumas questões legais foram levantadas e levaram o judiciário a suspender o concurso e dar provimento provisório a Camargo³². Com a criação da Faculdade de Filosofia, Catunda tornou-se assistente de Fantappiè.

As aulas de Fantappiè dadas na Escola Politécnica atraíram alguns alunos do curso de Engenharia para o curso de Matemática. E, assim, formou-se a primeira turma de alunos do curso de Matemática na nova Faculdade de Filosofia. A declarada animosidade entre Camargo e Catunda isolou os dois departamentos. Essa situação somente foi superada, parcialmente, nos anos 40, quando **Benedito Castrucci** (1909-1995) tornou-se professor de Geometria Analítica, Projetiva e Descritiva de ambas as instituições.

Com a saída dos italianos, a separação de Camargo e de seus assistentes e auxiliares das atividades na Faculdade de Filosofia intensificou-se. O curso oferecido por Camargo era

³² Essa polêmica merece um estudo, com levantamento dos argumentos e das peças do processo jurídico.

rigoroso e o nível de exigência era alto, o que fez da Escola Politécnica um celeiro de excelentes matemáticos. Era comum utilizar, na Escola Politécnica, os livros de De La Vallée Poussin, Émile Goursat, Jacques Hadamard, entre outros. Do ponto de vista de rigor matemático, esses tratados eram impecáveis. Porém não tão modernos quanto os oferecidos na Faculdade de Filosofia.

No curso lecionado por Fantappiè se viam as transformações nos cursos básicos de matemática que estavam ocorrendo na Europa, principalmente no Cálculo Diferencial e Integral. Os analistas italianos se destacavam, então, pela modernização dos cursos de Cálculo, criando um estilo novo, rigoroso e extremamente elegante. Ao introduzir esses cursos na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras a partir de 1934, Fantappiè criou um novo estilo na Matemática brasileira. O curso instituído como um triênio de Análise Matemática na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo se tornou padrão no país e deu origem ao primeiro livro moderno de Análise Matemática escrito no Brasil, de autoria de Omar Catunda³³.

No Prefácio de seu livro se lê:

"A presente edição, que tencionamos completar, incluindo toda a matéria fundamental dada nos três primeiros anos da cadeira de Análise Matemática da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, foi cuidadosamente revista e atualizada. O autor preocupou-se, particularmente, em simplificar as demonstrações, sem sacrifício do rigor matemático, e ao mesmo tempo em manter a constante aproximação da Análise com a intuição geométrica; neste sentido, este curso vem se afastando pouco a pouco do caráter excessivamente abstrato que o Professor Luigi Fantappiè imprimiu ao seu curso, quando aqui lecionou de 1934 a 1939. No entanto, em suas linhas gerais, o curso segue ainda a orientação daquele professor. Além disto, devemos ainda assinalar as constantes consultas que temos feito aos tratados clássicos de F. Severi, E. Goursat, J. Hadamard, Ch. de La Vallée Poussin, etc., e a outros mais recentes, como os de L. Goudeaux, G. Valiron, Ph. Franklin, etc."

A referência ao "excessivamente abstrato" é curiosa, pois no conjunto das atividades da chamada Subseção de Matemática da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras havia uma grande aproximação com a Subseção de Física, para a qual havia sido contratado, na Itália, o físico Gleb Wataghin. Ainda mais estranho é o fato que, paralelamente ao seu curso na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, que, na verdade, tinha sua Subseção de Matemática e Física e, nas dependências da Escola Politécnica na Rua Três Rios, Fantappiè oferecia seminários, frequentado também por alunos de engenharia e engenheiros já formados.

³³ Omar **Catunda**: *Curso de Análise Matemática*, 7 volumes, Editora Bandeirantes, São Paulo, 1952.

O interesse numa carreira nova, Matemática, era ainda diminuta e, como eu já disse acima, a primeira leva de matemáticos era formada por estudantes de Engenharia. A ideia de se fazer um curso que conduzia a uma profissão socialmente bem reconhecida, como era a Engenharia, juntamente com um outro curso oferecendo opções de uma profissão ainda vazia, isto é, Matemática, servia apenas para aprofundar os conhecimentos matemáticos dos engenheiros. Possibilitava também algo, profissionalmente ainda muito vago, que era a Licenciatura. Afinal, quem quisesse lecionar Matemática podia fazê-lo sendo Engenheiro. A exclusividade do Licenciado para ser professor de ginásio e colegial só se efetivou em 1950, após uma prolongada greve envolvendo todas as faculdades de Filosofia, Ciências e Letras do país³⁴. Mesmo assim, por alguns anos, continuou a ser possível fazer o Curso de Matemática (ou Física) da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras simultaneamente com o curso de Engenharia da Escola Politécnica. São inúmeros os Matemáticos brasileiros na faixa de sessenta anos de idade formados nos dois cursos (mais comum em São Paulo) ou apenas em Engenharia (mais comum no Rio).

Alguns dos primeiros alunos que frequentaram ambos os cursos foram Mario Schemberg (1914-1990), **Abrão de Moraes**, **Fernando Furquim de Almeida** e **Cândido Lima da Silva Dias**, já mencionado anteriormente. Os dois últimos cedo desistiram da Escola Politécnica para se dedicarem integralmente à nova Faculdade.

Particularmente importante foi a criação do Seminário Matemático e Físico da Universidade de São Paulo, inaugurado no dia 7 de maio de 1935, e, associado a ele, o periódico *Jornal de Matemática Pura e Aplicada*. O periódico publicava Memórias e Notas originais em português, italiano, francês, alemão e inglês, com sistema de referee. Curiosamente, não figurava o espanhol. O Comité de Redação era constituído pelos Professores Giacomino Albanese, Luigi Fantappiè e Gleb Wataghin. O primeiro -- e único -- número da revista foi o Volume 1º, fascículo 1º, Junho de 1936, e continha uma memória de Beniamino Segre "Proprietà in grande delle linee piane convesse" e outra de Silvano Cinquini "Sopra le equazioni funzionali non lineari nel campo analítico". Além disso, tinha notícias várias, inteiramente dedicadas ao Seminário Matemático e Físico, contendo resumos de todas as conferências feitas durante o ano de 1935. O jornal não continuou e não se teve mais notícias do Seminário³⁵.

³⁴ Ginásio corresponde ao que hoje é 5ª à 8ª séries do 1º grau e colegial ao atual 2º grau. **Nota dos editores:** hoje, o ginásio corresponde aos anos finais do ensino fundamental, e o colegial, ao ensino médio.

³⁵ Para maiores detalhes sobre o Seminário e sobre o Jornal ver Ubiratan **D'Ambrosio**: "O Seminário Matemático e Físico da Universidade de São Paulo: Uma tentativa de Institucionalização na Década de Trinta", *Temas e Debates*, ano VII, nº 4, 1994; pp.20-27.

Em setembro de 1939, com a invasão da Polônia pela Alemanha, eclodiu a Segunda Guerra Mundial. Imediatamente, a Europa toda entrou no conflito e a Itália aliou-se à Alemanha. Vários italianos residentes no Brasil, entre eles Luigi Fantappiè, retornaram. Em 1942, o Brasil declarou guerra à Itália e à Alemanha. Os matemáticos italianos que haviam ficado no Brasil trataram de sua repatriação. Na Universidade de São Paulo, Gleb Wataghin, que era judeu, resolveu permanecer no Brasil. O mesmo se deu com os professores contratados na Alemanha para as cátedras de Química.

Rio de Janeiro

A situação no Rio de Janeiro seguiu outro curso. Pouco depois da criação da Universidade de São Paulo, foi criada em 1934 a Universidade do Distrito Federal no Rio de Janeiro, então Capital da República, com uma Escola de Ciências. Os estudos de Matemática foram confiados ao competente matemático brasileiro Lélío I. Gama, já referido acima. Em consequência, também na Escola de Engenharia do Rio de Janeiro houve uma enorme mudança na qualidade das disciplinas matemáticas. Como foi mencionado acima, os cursos de Análise Matemática introduzidos por Lélío Gama eram modernos e rigorosos, embora numa linha distinta daquela abordada pelos italianos em São Paulo.

A Universidade do Distrito Federal foi efêmera e, com o advento do Estado Novo, foi fechada em 1938. Em 1939, foi criada a Universidade do Brasil com uma Faculdade Nacional de Filosofia. Lélío Gama afastou-se da Universidade e passou a se dedicar integralmente ao Observatório Nacional.

Como havia acontecido em São Paulo, foram contratados para a Faculdade Nacional de Filosofia professores italianos para a área de matemática. Vieram os analistas **Gabrielle Mammana** e **Alejandro Terracini** [que permaneceu muito pouco tempo no Brasil], o geômetra **Achille Bassi** e o físico matemático **Luigi Sobrero**. Particularmente, Bassi apresentava-se como um dos mais promissores jovens matemáticos italianos. Havendo passado uma temporada em Princeton e tendo sido aluno de Solomon Lefschetz, Bassi trazia à matemática italiana elementos modernos, tais como a Topologia Algébrica. Seu trabalho sobre números de Betti havia sido reconhecido internacionalmente.

A situação de Achille Bassi, que por razões pessoais não pode retornar com seus colegas, foi particularmente triste. Passou a dar aulas particulares e em escolas secundárias e em várias faculdades de menor expressão³⁶. Esse promissor matemático só veio retomar sua presença no cenário matemático brasileiro em meados na década de 50, desprestigiado e desgastado no cenário acadêmico do país, quando foi contratado pela Escola de Engenharia de São

³⁶ Ver a esse respeito Nota 30.

Carlos da Universidade de São Paulo³⁷. Um estudo da atuação matemática de Achille Bassi, particularmente no Brasil, merece ser feito.

Muito importante no Rio de Janeiro foi a contratação, em 1934, do físico alemão **Bernard Gross** para o Instituto Nacional de Tecnologia, fundado em 1930. Gross viria a ter grande influência no desenvolvimento da Física no Rio de Janeiro e importantes contribuições à matemática. Particularmente interessantes são as suas relações com a Argentina, tendo publicado trabalhos no *Mathematicae Notae*, inclusive em coautoria com Beppo Levi³⁸. Nota-se nas revistas brasileiras publicações de matemáticos argentinos, particularmente, Beppo Levi e Luis Santaló. Seria importante um estudo sobre as relações entre matemáticos argentinos e brasileiros na década de 40.

O pós-guerra

A presença de Luigi Fantappiè em São Paulo foi extremamente importante. Mas seu retorno interrompeu o importante trabalho que estava realizando em São Paulo. A saída dos mestres italianos de São Paulo colocou as cátedras sob responsabilidade de seus assistentes, então na faixa etária dos 30 anos e com sua formação como pesquisadores ainda incompleta. Omar Catunda, Cândido Lima da Silva Dias e Fernando Furquim de Almeida assumiram a responsabilidade pelas cátedras de Análise Matemática, de Geometria Superior e de Crítica dos Princípios e Complementos de Matemática respectivamente. Alguns matemáticos que se haviam encaminhado para a Física, como Mario Schemberg e Abrão de Moraes, se responsabilizaram pela Mecânica Racional e Celeste e pela Física Matemática, respectivamente. Pouco depois Abrão de Moraes tornou-se Diretor do Observatório Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo, onde permaneceu até sua morte. Outros jovens e promissores assistentes logo se viram com a responsabilidade das cátedras. Benedito Castrucci ficou encarregado de Geometria Analítica, Projetiva e Descritiva e **Edson Farah** de Análise Superior.

Vários jovens se graduaram nesse período e o número de matemáticos em São Paulo era razoável. Logo após o fim da guerra eles fizeram um esforço para retomar a cooperação europeia. Assim foram atraídos para a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo alguns jovens matemáticos franceses.

Da maior importância foi a contratação de **André Weil**, um dos fundadores do grupo Bourbaki e um dos mais destacados matemáticos do século.

³⁷ Logo após a guerra, Achille **Bassi** procurou retomar contatos na Itália e publicou a nota "Sopra l'indipendenza di alcuni invarianti topologici", *Atti Accad. Naz. Lincei, R.C.Cl.Sci.fis.mat.nat.*, 5, 1948; pp.235-238. Seguem-se vários outros trabalhos publicados no Brasil.

³⁸ Bernard **Gross** e Beppo **Levi**: Sobre el cálculo de la transformación inversa de Laplace, *Math. Notae*, 6(4), 1946; pp.213-224.

O próprio Weil é testemunha da importância de Fantappiè e de sua presença marcante em São Paulo. A personalidade cativante de Fantappiè e seu alto padrão matemático são destacados na recente autobiografia de André Weil³⁹. Weil, que era anti-fascista, se tornou admirador de Fantappiè no final da década de 20, mesmo reconhecendo desde então sua militância fascista. Diz Weil que nos primeiros anos do regime fascista, Fantappiè se apresentava com distintivos do partido e não escondia sua posição, muito embora seu mestre Vito Volterra fôsse declaradamente anti-fascista. Não é portanto de se admirar que o governo italiano, interessadíssimo na presença de intelectuais fascistas na nova Universidade de São Paulo, houvesse promovido e apoiado a ida de Fantappiè para São Paulo em 1934. Curioso que André Weil iria para São Paulo em 1945 para ocupar a cátedra que havia sido fundada por Luigi Fantappiè.

Com a chegada de Weil, os matemáticos paulistas retomaram suas pesquisas sob a influência desse notável matemático. Logo Weil foi capaz de influir na vinda de importantes matemáticos da Europa, dentre os quais **Jean Dieudonné**. Este lecionava seu curso de Álgebra baseando-se no manuscrito do livro elaborado que seria publicado na série *Éléments de Mathématique*, sob autoria de Nicholas Bourbaki, o nome de autor multicéfalo adotado pelo grupo Bourbaki para suas publicações. As notas de aula foram redigidas em português por **Luiz Henrique Jacy Monteiro**, tornando-se um livro básico para os cursos da Universidade São Paulo⁴⁰. A influência de Dieudonné fez-se notar posteriormente na introdução da Matemática nas escolas primárias e secundárias, na década de 60⁴¹.

Outros matemáticos também foram contratados pela Universidade de São Paulo, para períodos mais curtos, dentre os quais Oscar Zariski, Jean Delsarte, Alexander Grothendieck⁴².

Sob influência de André Weil foi fundada a Sociedade de Matemática de São Paulo em 1946 e iniciou-se a publicação do *Boletim da Sociedade de Matemática de São Paulo*. Essa revista tornou-se internacionalmente reconhecida⁴³.

³⁹ André **Weil**: *The Apprenticeship of a Mathematician*, translated by Jennifer **Gage**, Birkhauser Verlag, Basel-Boston, 1992.

⁴⁰ Jean A. **Dieudonné**: *Teoria dos Corpos Comutativos* [Notas redigidas por L. H. J. **Monteiro**], 2 vols., Sociedade de Matemática de São Paulo, 1946/47.

⁴¹ O estudo desse movimento, particularmente na educação brasileira, foi a tese de doutoramento de Beatriz Silva **D'Ambrosio**: *The Dynamics and Consequences of the Modern Mathematics Movement for Brazilian Mathematics Education*, Ph. D. Thesis, Indiana University, April 1987.

⁴² Alexandre **Grothendieck** teve seu livro básico, *Espaces vectoriels topologiques* publicado em São Paulo em 1954. Posteriormente seria um fascículo dos *Elements* de N. **Bourbaki**.

⁴³ A Sociedade de Matemática de São Paulo foi fechada em 1968, por decisão em Assembléia de seus membros, abrindo-se assim o espaço para a criação da Sociedade Brasileira de Matemática.

Enquanto estavam em São Paulo, Weil e seus colegas influenciaram e orientaram os responsáveis pelas cátedras e também alguns jovens assistentes. Alguns dos docentes passaram uma temporada no exterior: Omar Catunda (Princeton, USA), Cândido Lima da Silva Dias (Harvard, USA), Luiz Henrique Jacy Monteiro (Harvard, USA), **Chaim Samuel Höning** (Paris), **Carlos Benjamin de Lyra** (Paris). Eram estágios de pesquisa, mas os doutorados sempre se faziam na Universidade de São Paulo.

Em 1947 Weil aceitou uma posição em Chicago. Em sua autobiografia Weil diz "Minha permanência no Brasil, com todos os seus muitos prazeres, não poderia continuar para sempre. A cadeira que eu ocupava teria que ser, mais cedo ou mais tarde, reivindicada por um matemático brasileiro."⁴⁴ De fato, em pouco tempo foram realizados concursos e as cinco cátedras de Matemática da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo foram preenchidas por Omar Catunda, Benedito Castrucci, Cândido Lima da Silva Dias, Fernando Furquim de Almeida e Edison Farah.

As áreas de pesquisa estimuladas por Weil e seus companheiros eram modernas. Omar Catunda dedicou-se a teoria dos funcionais analíticos, Cândido Lima da Silva Dias obteve interessantes resultados sobre a caracterização de espaços funcionais analíticos em termos da teoria dos espaços vetoriais topológicos⁴⁵, Luiz Henrique Jacy Monteiro dedicou-se à Álgebra, Carlos Benjamin de Lyra à Topologia Algébrica, Chaim Samuel Höning à Análise Funcional, Benedito Castrucci estudou a Geometria sobre Corpos finitos, Fernando Furquim de Almeida dedicou-se à Teoria dos Números, especialmente a lei da reciprocidade quadrática, Edison Farah à Lógica e Fundamentos, em especial ao Axioma da Escolha, **Elza Furtado Gomide** à Teoria dos Números, em especial à Teoria dos Corpos de Classes, Domingos Pisanelli encaminhou-se para a Teoria dos Funcionais Analíticos.

Na própria Universidade de São Paulo outras faculdades, além da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, havia alguma pesquisa. Na Escola Politécnica destacou-se **João Augusto Breves Filho**, com interessantes trabalhos sobre sistemas de equações diferenciais⁴⁶.

A Estatística teve um rápido desenvolvimento a partir da década de 30, sobretudo visando aplicações às áreas Biomédica e Agrícola. Na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, em Piracicaba, destacou-se um grupo de Estatística Experimental, liderado por **Frederico**

⁴⁴ André **Weil**, *op.cit.*; p.192.

⁴⁵ Cândido Lima da Silva **Dias**: Espaços vetoriais topológicos e sua aplicação nos espaços funcionais analíticos, Bol. Soc. Mat. São Paulo, vol.5,nº1/2, 1950; pp.1-58.

⁴⁶ J. A. **Breves Filho**: On the algebraic integrals of a system of differential equations, *Proc. Amer. Math. Soc.*, 1, 1950; pp.498-505.

Pimentel Gomes, com considerável produção científica e uma colaboração regular com a North Carolina State University⁴⁷.

A situação no Rio de Janeiro foi diferente. Enquanto lá estavam os italianos, dois jovens assistentes de Mammana se destacaram: **José Abdelhay** (1917-1996) e **Leopoldo Nachbin** (1922-1993). O primeiro havia se Bacharelado na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo e Leopoldo Nachbin se graduou em Engenharia na própria Universidade do Brasil. Desde muito jovem revelou talento matemático⁴⁸. Leopoldo Nachbin viria se destacar, já no início dos anos 50, como o primeiro matemático brasileiro de porte internacional. Seus trabalhos sobre holomorfia em dimensão infinita foram pioneiros. Figura conhecida e respeitada em todo o mundo, detentor da importante cátedra "Eastman Professor of Mathematics" na Universidade de Rochester, nos Estados Unidos, Nachbin viria a ter uma influência decisiva no desenvolvimento da Matemática brasileira e na sua projeção internacional. Mas, desde jovem, Nachbin foi foco de inúmeras disputas acadêmicas.

Quando foi aberto o concurso para a cátedra de Análise Matemática na Faculdade Nacional de Filosofia, em 1950, inscreveram-se José Abdelhay e Leopoldo Nachbin. A diferença de titulação entre Abdelhay (que era bacharel) e Nachbin (que era engenheiro) fundamentou a impugnação da inscrição de Nachbin, que recorreu e com isso o concurso foi suspenso aguardando decisão judicial. Isso se tornou uma das mais prolongadas disputas acadêmicas que se tem notícia nas universidades brasileiras. A disputa, que se deu no final da década dos 40, se prolongou por quase 40 anos, ampliou-se e polarizou grupos de matemáticos de todo Brasil. Assim como a disputa judiciária Camargo/Catunda mencionada acima, também o conflito Abdelhay/Nachbin é um fascinante tema de pesquisa.

Ambos, Nachbin e Abdelhay, haviam publicado alguns trabalhos, sob patrocínio de Mammana e de Sobrero. A contribuição matemática de Nachbin, que se distinguiu internacionalmente, foi bem estudada. Mas praticamente nada se fez sobre Abdelhay. Particularmente interessante é seu curso de Análise Matemática.

Como se passou em São Paulo, os jovens matemáticos do Rio de Janeiro buscaram retomar o processo de construção de um grupo de pesquisa matemática. Em 1945 foi contratado para a Faculdade Nacional de Filosofia o matemático português **Antonio Aniceto Monteiro** (1907-1980). Tendo feito seu doutorado com Maurice Fréchet em 1935 sobre Espaços Abstratos, e com uma considerável produção de pesquisa publicada em revistas

⁴⁷ A história da estatística no Brasil começa a ser feita. Ver a dissertação de Antonio Rodolfo **Barreto**, intitulada "Uma abordagem histórica do desenvolvimento da Estatística no Estado de São Paulo", IGCEX/UNESP, Rio Claro, 1999.

⁴⁸ Leopoldo **Nachbin**: Sobre a permutabilidade entre as operações de passagem ao limite e de integração de equações diferenciais, *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, 13(4), dez.1941;p.327-335.

internacionais, Monteiro era um dos grandes propulsores da criação de uma escola matemática em Portugal. Havia sido fundador da Sociedade Portuguesa de Matemática e das revista *Portugaliae Mathematica*, de pesquisa, e *Gazeta de Matemática*, também de pesquisa mas dedicada a assuntos mais gerais, como história, filosofia e educação. Ao chegar ao Brasil, Antonio Monteiro imediatamente passou a orientar alguns jovens brasileiros, dentre eles Leopoldo Nachbin, **Carlos Alberto Aragão de Carvalho** (1924-1982), que foi posteriormente para Paris onde se doutorou em Topologia Algébrica, **Maria Laura Mousinho**, a primeira mulher a se doutorar em matemática no Brasil com uma tese sobre espaços projetivos⁴⁹. Na Escola Nacional de Engenharia, destacam-se **Marília Chaves Peixoto** (1921-1961), que se dedicou a equações diferenciais,⁵⁰ e **Maurício Matos Peixoto**, estudando propriedades das soluções de equações diferenciais⁵¹. Posteriormente Peixoto se destacaria internacionalmente por seus importantes resultados sobre a estabilidade de sistemas diferenciais.

Monteiro tratou logo de iniciar uma série de publicações, *Notas de Matemática*, para publicar teses e trabalhos mais extensos. A série foi depois dirigida por Leopoldo Nachbin e nos anos 60 passou a ser editada pela North-Holland Press.

Por iniciativa de Antonio Monteiro fundou-se em 1945 uma importante revista de pesquisa matemática, sob responsabilidade do núcleo de matemáticos da Fundação Getúlio Vargas, a *Summa Brasiliensis Mathematicae*, que viria a alcançar projeção internacional. Juntamente com os *Anais da Academia Brasileira de Ciências* e o *Boletim da Sociedade de Matemática de São Paulo*, algumas vezes com o mesmo trabalho publicado nas duas revistas, os matemáticos brasileiros passaram a ter no país um veículo de circulação internacional para divulgar suas pesquisas, resenhadas no *Zentralblatt für Mathematik und Ihre Angewanderte* e no *Mathematical Reviews*.

Antonio Monteiro era da vanguarda de oposição ao regime de Salazar em Portugal. Uma interferência direta do governo português junto ao Reitor Pedro Calmon fez com que o contrato de Antonio Monteiro na Faculdade Nacional de Filosofia não fosse renovado em 1947. Por iniciativa do físico José Leite Lopes, que se tornaria um dos mais distinguidos cientistas brasileiros, Monteiro foi contratado para o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, que havia sido fundado no Rio de Janeiro. Para lá também foi contratado Leopoldo Nachbin.

⁴⁹ Maria Laura Moura **Mousinho**: *Espaços projetivos. Reticulados de seus sub-espaços*, Notas de Matemática n° 7, CBPF, Rio de Janeiro, 1947.

⁵⁰ Marília Chaves **Peixoto**: On the inequalities $y''' \geq G(x, y, y', y'')$, *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, 21(3), set. 1949; pp.205-218.

⁵¹ Maurício Matos **Peixoto**: Sobre las soluciones de la equacion $yy'' = F(y')$ que pasán por dos puntos del semi-plano $y > 0$, *Rev. Unión Mat. Argent.*, 11, 1946, pp.84-91.

Assim instalou-se no CBPF o primeiro "o espaço protegido"⁵² para pesquisas matemáticas mantido pelo governo federal.

Em 1949 Antonio Monteiro transferiu-se para a Argentina, e em 1957 assumiu a tarefa de construir um importante centro matemática na Universidad Nacional del Sur, em Bahia Blanca⁵³.

André Weil em São Paulo e Antonio Monteiro no Rio de Janeiro foram os principais responsáveis pela formação de uma comunidade brasileira de matemáticos de muito alto nível. Ambos chegaram em 1945 e imediatamente se dedicaram a completar a formação dos jovens pesquisadores que haviam sido iniciados pelos italianos e a identificar e atrair novos talentos.

Outros centros

Nos demais estados brasileiros surgem alguns matemáticos que viriam a ter uma atuação importante nas décadas de 20 e 30. Alguns foram estudar no Rio e em São Paulo. Em Recife lembramos **Luis de Barros Freire** (1896-1963), responsável pela criação de um importante Instituto de Pesquisas Matemáticas e a contratação dos matemáticos portugueses **Manuel Zaluar Nunes**, **Alfredo Pereira Gomes** e **Ruy Luis Gomes**. Para a Universidade Federal de Minas Gerais, fundada em 1949 em Belo Horizonte, transferiu-se da Escola de Minas de Ouro Preto o matemático Christóvam Colombo dos Santos (1890-1980). Da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, fundada em 1934, foram estudar em São Paulo **Antonio Rodrigues** e **Ary Nunes Tietbohl**. Em 1948 foi fundado em São José dos Campos o Instituto Tecnológico da Aeronáutica, cuja organização foi inspirada no Massachusetts Institute of Technology. Foram contratados os matemáticos **Francis D. Murnagham**, responsável por uma modernização dos cursos básicos com tratamento matricial. Também foi contratado o matemático chinês **Kuo-Tsai Chen**. Esses institutos mantinham relativamente pouca relação entre eles. A situação mudou a partir da criação do Conselho Nacional de Pesquisas/CNPq em 1951 e do Instituto de Matemática Pura e Aplicada/IMPA, em 1952.

Com a criação do Conselho Nacional de Pesquisas em 1951 e do Instituto de Matemática Pura e Aplicada em 1952, a institucionalização da pesquisa matemática no Brasil se consolidou. A realização bienal dos Colóquios Brasileiros de Matemática, a partir de 1957,

⁵² A expressão é do livro de Ana Maria Ribeiro de **Andrade**: *Físicos, Mésons e Política. A dinâmica da ciência na sociedade*, Editora Hucitec/MAST-CNPq, São Paulo, 1998.

⁵³ Para detalhes da atuação de Antonio **Monteiro** ver Circe Mary Silva da **Silva**: Antonio Aniceto Monteiro (1907-1980) no Brasil, *Anais do Encontro Luso-Brasileiro de História da Matemática e Seminário Nacional de História da Matemática*, ed. Sergio **Nobre**, Águas de São Pedro, São Paulo, 1997, pp.113-121; Luiz Monteiro: Professor Dr. Antonio A.R. Monteiro y su actividad en la Universidad Nacional del Sur, Bahia Blanca, Argentina, entre 1957 y 1975, *ib.*, pp.135-138.

veio levar a pesquisa matemática a todo o território nacional, com a formação de grupos promissores em praticamente todos os estados do Brasil.

Para finalizar

Este trabalho é, obviamente, incompleto. A visão panorâmica é um indicador da riqueza de temas para pesquisa. Todos os nomes mencionados contribuíram, de forma distinta, para o desenvolvimento da matemática brasileira. Muitos outros não foram mencionados. Com poucas exceções, esses matemáticos ainda não tiveram sua vida e obra pesquisadas. A relação das publicações de cada um deles é considerável e as fontes são variadas.

Na vertente denominada história contemporânea ainda são possíveis depoimentos de muitos dos atores. Há uma riqueza de possibilidades de depoimentos de indivíduos que com eles conviveram. Particularmente interessante é o estudo das relações de matemáticos brasileiros com seus colegas de outros países, especialmente as relações com a Argentina. São extremamente promissoras as possibilidades de história oral.

O interesse nessa pesquisa é ainda maior se fizermos uma análise das fontes, por exemplo editoras e revistas, que acolheram essas publicações. Muitas dessas fontes são de difícil acesso e algumas há muitas ainda não localizadas.



A influência da tecnologia no fazer matemático ao longo da história

VII Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia
São Paulo, 1 a 4 de agosto de 1999

Este trabalho está inserido no Programa Etnomatemática, por sua vez inserido numa teoria holística do conhecimento, inspirada na proposta historiográfica dos *Annales*.

As categorias de análise que adoto são a geração, a organização intelectual e social, e a difusão do conhecimento, integradas num esquema que denomino CICLO DO CONHECIMENTO.

O ponto de partida é uma reflexão sobre a natureza humana, e a identificação de duas pulsões na origem do comportamento humano: sobrevivência e transcendência. Como toda espécie viva, o ser humano procura sobreviver individualmente e em grupo e dar continuidade a espécie. Essa é a função dos mecanismos fisiológicos e ecológicos, que resultam de instruções inscritas nos códigos genéticos. Essa pulsão se manifesta no instante espacial e temporal, aqui e agora.

Diferentemente das demais espécies, a espécie humana desenvolveu igualmente a pulsão de transcendência, que vai além da dimensão do instante espacial e temporal, questionando onde e quando. Assim se desenvolve o senso de localização, de passado e de futuro.

O ser humano existe enquanto busca, solidariamente, sobrevivência e transcendência. Sobrevivo e transcendo o instante, portanto existo.

NA BUSCA DA SOBREVIVÊNCIA se desenvolvem meios de lidar com o ambiente mais imediato, que fornece o ar, a água, os alimentos, o outro, e tudo o mais que é necessário para a sobrevivência do indivíduo e da espécie. São as TÉCNICAS e os estilos de COMPORTAMENTO individual e coletivo.

NA BUSCA DA TRANSCENDÊNCIA se desenvolvem a percepção de passado, presente e futuro, e os meios para explicar fatos e fenômenos e o encadeamento de passado, presente e futuro. Esses meios são a memória, individual e coletiva, os mitos, e as artes divinatórias, que

permitem penetrar o futuro. Na memória e nos mitos estão a HISTÓRIA e as TRADIÇÕES, que incluem as RELIGIÕES e os SISTEMAS DE VALORES. Nas artes divinatórias, como por exemplo a astrologia, os oráculos, a lógica do *I Ching*, a numerologia e em geral as CIÊNCIAS, estão sistemas de explicações através das quais procura-se antecipar o que pode acontecer.

A matemática e a tecnologia, entendida como a convergência do saber [ciência] e do fazer [técnica], são intrínsecas à busca solidária de sobreviver e de transcender. A geração do conhecimento matemático não pode, portanto, ser dissociada da tecnologia disponível. Os primeiros passos para a elaboração desse conhecimento remontam aos australopitecos e às primeiras manifestações de conhecimento socialmente organizado dos hominídeos.

Há cerca de 3×10^6 já se identificam instrumentos de pedra lascada, na África oriental, e as mudanças fisiológicas e comportamentais resultantes do desenvolvimento dessa tecnologia¹. As mudanças comportamentais levam a abstrações sobre representações do real, um primeiro passo em direção ao design ao qual se subordina a tecnologia. A capacidade de avaliar e comparar dimensões, necessárias para a feitura de instrumentos que tem o desígnio de descarnar, talvez seja a primeira manifestação matemática dos hominídeos.

A organização do conhecimento assim gerado só pode ser entendida se relacionada com práticas, mitos, artes e religiões.

Sua organização como um fato social depende dos sistemas de propriedade e de produção, e da consolidação de estruturas de poder.

Sua difusão se dá através de escolas e responde a demandas de preparação para o trabalho e para a cidadania.

Ao longo da evolução da humanidade, matemática e tecnologia se desenvolveram em íntima associação, numa relação que poderíamos dizer simbiótica. A seguir vou simplesmente dar exemplos dessa relação, que são muito estudados em outros trabalhos.

Heródoto nos relata a importância do desenvolvimento da matemática nas culturas por ele visitadas, particularmente a egípcia e a babilônica. Todo o desenvolvimento da arquitetura e da urbanização no Império Romano exige uma matemática que, conforme está claro em **Vitrúvio**, não teria se desenvolvido sem esse objetivo.

A relação da matemática com os projetos de expansão do cristianismo, particularmente a perspectiva e a estática, é notável. E o mesmo com o desenvolvimento do comércio. A resolução de equações é resultado do trabalho de mestres abacistas e de amadores, como Girolamo **Cardano**, no processo de urbanização na Idade Média. Assim como o desenvolvimento da navegação e as possibilidades de observação trazidas pela nova ótica trouxeram o desenvolvimento de sistemas numéricos e a grande invenção que marcou a

¹ Jean de **Heizelin** et al.: Environment and Behavior of 2.5-Million-Year-Old Bouro Hominids, *Science*, vol.284, 23/04/99; p. 625-629.

Idade Moderna, que foi o Cálculo Diferencial. Durante os séculos XVIII, XIX e XX, a matemática se desenvolveu a partir das possibilidades tecnológicas da industrialização.

Na sua recente tradução dos *Principia*, I. Bernard **Cohen** estuda, no Capítulo 7 do Guia ao texto de **Newton**, a importância da parte experimental do Livro 2. Uma das características mais notáveis do Livro 2 que, segundo **Cohen**, tem sido praticamente ignorada por historiadores e filósofos da ciência, é o estudo teórico e experimental da mecânica dos fluidos. Ali se nota a grande importância da qualidade dos instrumentos, característica do artesanato mecânico do século XVII, nas teorizações de **Newton**².

Particularmente interessante é a reflexão teórica sobre o conceito de verdade em matemática. A matemática é validada pelo rigor do processo de prova. Matemática que "funciona", como se diz no jargão científico, isto é, um conjunto de resultados comprovados empiricamente, não tem seu reconhecimento enquanto não fundamentada com rigor. Isso exclui todo o corpo de conhecimentos que se denomina Etnomatemática, que é parte integrante da cultura praticada.

Numa situação de encontro cultural, como se dá nas relações escolares e nas relações de trabalho, há o que se chama uma transposição didática. Como bem observa Nicolas **Balacheff**:

"toute transposition didactique de la preuve en mathématiques prend en compte la rationalité dominante dans la société et la culture dans laquelle elle est mise en oeuvre. L'objet d'enseignement que constitue la preuve est marqué non seulement par une conception épistémologique dont la communauté scientifique est porteuse (et gardienne), mais aussi par une conception culturelle du rapport au vrai et à la réfutation qui est portée par la société et la culture dans laquelle se déploie le système didactique"³.

Aí reside o *busílis*. Considerado o suporte da verdade matemática, a prova ou demonstração, que é a característica mais marcante da matemática, foi conceituado a partir da filosofia grega. As condições materiais que serviram de suporte a essa conceituação eram absolutamente outras. Hoje, as condições materiais são impregnadas de tecnologia, o que possibilita representações do real impensáveis na antigüidade. Inclusive novas possibilidades de verificação.

Particularmente interessante é o chamado Problema das Quatro Cores: Qualquer mapa, isto é, divisão do plano em regiões, pode ser colorido com apenas quatro cores, sem que duas

² Isaac **Newton**: *The Principia. Mathematical Principles of Natural Philosophy, A New Translation*, by I. Bernard **Cohen** and Anne **Whitman**, Preceded by *A Guide to Newton's Principia*, by I. Bernhard **Cohen**, University of California Press, Berkeley, 1999.

³ Nicolas **Balacheff**: Pour un questionnement ethnomathématique de l'enseignement de la preuve, <http://www-cabri.imag.fr/preuve>

regiões adjacentes tenham a mesma cor. O problema foi formulado por Francis **Guthrie** em 1852. Em 1890, P. J. **Headwood** demonstrou que cinco cores são suficientes. Em 1968, O. **Ore** e J. **Stemple** demonstraram a suficiência de quatro cores para um mapa com até 40 regiões⁴. Em 1976, Kenneth **Appel** e Wolfgang **Haken** mostraram que todos os casos possíveis podem ser reduzidos a cerca de 1300, e com um elaborado programa computacional, verificaram todos esses casos. Mostraram assim que quatro cores são efetivamente suficientes⁵. Mas em muitos ambientes matemáticos essa verificação não é considerada uma demonstração. Segundo os críticos, falta uma prova seguindo os passos formais da lógica própria da matemática.

Sem dúvida, o matemático do presente tem como instrumento de trabalho toda a tecnologia disponível. É muito possível que continue o fascínio por obter resultados com o mínimo de tecnologia disponível. Resolução de problemas geométricos com utilização apenas de régua e compasso continuarão a atrair interesse de alguns matemáticos, como aconteceu desde a antiguidade. Mas o grande desenvolvimento da matemática se dará, como foi em outros tempos, quando incorporando toda a tecnologia disponível, isto é, inserida no contexto cultural.

Ver a matemática como uma manifestação cultural, portanto incorporada e incorporando a tecnologia dominante, tem sido pouco considerado na historiografia corrente da matemática. O Programa Etnomatemática procura superar essa limitação.

⁴ O. **Ore**: *The four-color problem*, Academic Press, New York, 1967.

⁵ **Appel**, K., W. **Haken** e J. **Koch**: Every Planar Map is Four-Colorable, *Illinois Journal of Mathematics*, 21, 1977; pp. 429-567.



Informática, Ciências e Matemática

O problema maior do ensino de ciências e matemática é o fato das mesmas serem apresentadas de forma Desinteressante, Obsoleta e Inútil, e isso DÓI para o jovem.

O ensino de fatos e conceitos apresentados como verdades absolutas e incontestáveis, como um corpo de conhecimentos congelado ao longo de séculos, não pode responder à enorme curiosidade dos jovens e nem à própria dinâmica da elaboração do conhecimento. A aquisição desse conhecimento é falsamente verificada através de provas e testes.

Tudo se soma para a grande farsa que é o sistema educacional vigente. Em nome desse sistema se empregam enormes recursos e, o que é ainda mais grave, se destrói a autoestima do jovem, encaminhando-o para uma subordinação a crenças e autoritarismo. O ensino de ciências e matemática é catequético na maneira como é conduzido e como é avaliado.

O atual ensino de ciências e matemática não permite atingir os grandes objetivos da educação, que são:

(i) POSSIBILITAR A CADA INDIVÍDUO ATINGIR SEU POTENCIAL CRIATIVO;

(ii) ESTIMULAR E FACILITAR A AÇÃO COMUM, COM VISTAS A VIVER EM SOCIEDADE, EXERCITANDO A CIDADANIA PLENA.

A principal causa do equívoco da educação atual é o baixo índice de aceitação e incorporação da tecnologia no processo educacional.

TECNOLOGIA

Com a disponibilidade das calculadoras e dos computadores, o ensino de ciências e de matemática deve mudar radicalmente de orientação.

Uma vez aceita a calculadora sem restrições, estaria desfeito o nó górdio da educação de hoje.

Isto porque a calculadora sintetiza as grandes transformações de nossa era e a entrada de uma nova tecnologia em todos os setores da sociedade.

A incorporação de toda a tecnologia disponível no mundo de hoje é essencial para tornar a Matemática uma ciência de hoje.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS

A tecnologia, entendida como a convergência do saber [ciência] e do fazer [técnica], e a matemática são intrínsecas à busca solidária de sobreviver e de transcender. A geração do conhecimento matemático não pode, portanto, ser dissociada da tecnologia disponível. Os primeiros passos para a elaboração desse conhecimento remontam aos australopitecos e às primeiras manifestações de conhecimento socialmente organizado dos hominídeos.

Há cerca de 3×10^6 anos, já se identificam instrumentos de pedra lascada, na África oriental, e as mudanças fisiológicas e comportamentais resultantes do desenvolvimento dessa tecnologia¹. As mudanças comportamentais levam a abstrações sobre representações do real, um primeiro passo em direção ao *design* ao qual se subordina a tecnologia. A capacidade de avaliar e comparar dimensões, necessárias para a feitura de instrumentos que tem o desígnio de descarnar, talvez seja a primeira manifestação matemática dos hominídeos.

A organização do conhecimento assim gerado só pode ser entendida se relacionada com práticas, mitos, artes e religiões.

Sua organização como um fato social depende dos sistemas de propriedade e de produção, e da consolidação de estruturas de poder.

Sua difusão se dá através de escolas e responde a demandas de preparação para o trabalho e para a cidadania.

Ao longo da evolução da humanidade, matemática e tecnologia se desenvolveram em íntima associação, numa relação que poderíamos dizer simbiótica. A seguir vou simplesmente dar exemplos dessa relação, que são muito estudados em outros trabalhos.

Heródoto nos relata a importância do desenvolvimento da matemática nas culturas por ele visitadas, particularmente a egípcia e a babilônica. Todo o desenvolvimento da arquitetura e da urbanização no Império Romano exige uma matemática que, conforme está claro em **Vitrúvio**, não teria se desenvolvido sem esse objetivo.

A relação da matemática com os projetos de expansão do cristianismo, particularmente a perspectiva e a estática, é notável. E o mesmo com o desenvolvimento do comércio. A resolução de equações é resultado do trabalho de mestres abacistas e de amadores, como Girolamo **Cardano**, no processo de urbanização na Idade Média. Assim como o desenvolvimento da navegação e as possibilidades de observação trazidas pela nova ótica trouxeram o desenvolvimento de sistemas numéricos e a grande invenção que marcou a

¹ Jean de **Heizelin** et al.: Environment and Behavior of 2.5-Million-Year-Old Bouri Hominids, *Science*, vol. 284, 23/04/99; p. 625-629.

Idade Moderna, que foi o Cálculo Diferencial. Durante os séculos XVIII, XIX e XX, a matemática se desenvolveu a partir das possibilidades tecnológicas da industrialização.

Na sua recente tradução dos *Principia*, I. Bernard **Cohen** estuda, no Capítulo 7 do Guia ao texto de **Newton**, a importância da parte experimental do Livro 2. Uma das características mais notáveis do Livro 2 que, segundo **Cohen**, tem sido praticamente ignorada por historiadores e filósofos da ciência, é o estudo teórico e experimental da mecânica dos fluidos. Ali se nota a grande importância da qualidade dos instrumentos, característica do artesanato mecânico do século XVII, nas teorizações de **Newton**².

VERDADE EM CIÊNCIA

Particularmente interessante é a reflexão teórica sobre o conceito de verdade em matemática. A matemática é validada pelo rigor do processo de prova. Matemática que "funciona", como se diz no jargão científico, isto é, um conjunto de resultados comprovados empiricamente, não tem seu reconhecimento enquanto não fundamentada com rigor. Isso exclui todo o corpo de conhecimentos que se denomina Etnomatemática, que é parte integrante da cultura praticada.

Numa situação de encontro cultural, como se dá nas relações escolares e nas relações de trabalho, há o que se chama uma transposição didática. Como bem observa Nicolas **Balacheff**, "toda transposição didática da prova em matemática toma em consideração a racionalidade dominante na sociedade e a cultura na qual ela se insere. O objeto de ensino que constitui a prova é marcado não somente por uma concepção epistemológica a qual a comunidade carrega (e é guardiã), mas também por uma concepção cultural que se refere à verdade e à refutação que é parte integrante da sociedade e da cultura na qual se insere o sistema didático³." A mesma observação se aplica ao conhecimento científico em geral, que se fundamenta em conceitos de verdades legitimadas pela matemática.

Aí reside o *busílis*. A prova ou demonstração, que foi conceituada na filosofia grega, tem sido o suporte da verdade científica. As condições materiais que serviram de suporte a essa conceituação eram absolutamente outras. Hoje, as condições materiais são impregnadas de tecnologia, o que possibilita representações do real impensáveis na antiguidade. Inclusive novas possibilidades de verificação.

Vou ilustrar com um exemplo, que é o chamado Problema das Quatro Cores: Qualquer mapa, isto é, divisão do plano em regiões, pode ser colorido com apenas quatro cores, sem que

² Isaac **Newton**: *The Principia. Mathematical Principles of Natural Philosophy, A New Translation*, by I. Bernard **Cohen** and Anne **Whitman**, Preceded by *A Guide to Newtons Principia*, by I. Bernhard **Cohen**, University of California Press, Berkeley, 1999.

³ Nicolas **Balacheff**: *Pour un questionnement ethnomathématique de l'enseignement de la preuve*, <http://www-cabri.imag.fr/Preuve>

duas regiões adjacentes tenham a mesma cor. O problema foi formulado por Francis **Guthrie** em 1852. Em 1890, P.J. **Headwood** demonstrou que cinco cores são suficientes. Em 1968, O. **Ore** e J. **Stemple** demonstraram a suficiência de quatro cores para um mapa com até 40 regiões⁴. Em 1976, Kenneth **Appel** e Wolfgang **Haken** mostraram que todos os casos possíveis podem ser reduzidos a cerca de 1300, e com um elaborado programa computacional, verificaram todos esses casos. Mostraram assim que quatro cores são efetivamente suficientes⁵. Mas em muitos ambientes matemáticos essa verificação não é considerada uma demonstração. Segundo os críticos, falta uma prova seguindo os passos formais da lógica própria da matemática.

Sem dúvida, o cientista do presente tem como instrumento de trabalho toda a tecnologia disponível. É muito possível que continue o fascínio por obter resultados com o mínimo de tecnologia disponível. Resolução de problemas geométricos com utilização apenas de régua e compasso continuarão a atrair interesse de alguns matemáticos, como aconteceu desde a antiguidade. Mas o grande desenvolvimento da ciência se dará, como foi em outros tempos, quando incorporar toda a tecnologia disponível, isto é, inserida no contexto cultural.

⁴ O. **Ore**: *The four-color problem*, Academic Press, New York, 1967.

⁵ **Appel**, K., W. **Haken** e J. **Koch**: Every Planar Map is Four-Colorable, *Illinois Journal of Mathematics*, 21, 1977; pp.429-567.



Do saber matemático ao fazer pedagógico: o desafio da educação

2º ENCONTRO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DO RIO DE JANEIRO
Conferência de abertura, Macaé, RJ, 21/10/99.

Introdução

A matemática, como todas as formas de conhecimento, está em permanente evolução. Obedece ao ciclo do conhecimento e tem seus momentos de geração, organização intelectual e social, e difusão. Particularmente importante para nós é a difusão, pois dentre as mais comuns formas de difusão está a educação. Uma das questões mais intrigantes é entender a transição da geração do conhecimento matemático até sua difusão. Isto é, do fazer matemática ao ensinar matemática.

Duas perguntas fundamentais se colocam:

- 1. Quem faz pode ensinar o que fez?**
- 2. Alguém pode ensinar o que outros fizeram?**

E duas perguntas consequentes são inevitáveis:

- 1. O matemático, aquele que faz matemática, pode ser um bom professor de matemática?**
- 2. É possível ser um bom professor de matemática sem fazer matemática?**

Podemos ampliar essas questões perguntando o que é um professor de Matemática? E o que é um educador? Qual a diferença entre um professor e um educador?

Professor e educador

Professor é aquele que professa ou ensina uma ciência, uma religião, uma arte, uma técnica, uma disciplina. Educador é aquele que promove a educação.

A missão do professor não é usar sua condição de professor ou ensinar uma disciplina para fazer proselitismo, isto é, converter para a sua disciplina, mas sim usar sua disciplina como instrumento para atingir os objetivos maiores da Educação. Em outros termos, subordinar sua disciplina, isto é, os conteúdos, a objetivos maiores.

Pergunta-se, então, quais são esses objetivos maiores? Dou a resposta em termos de uma definição.

EDUCAÇÃO É A ESTRATÉGIA DESENVOLVIDA PELAS SOCIEDADES PARA:

(i) POSSIBILITAR A CADA INDIVÍDUO ATINGIR SEU POTENCIAL CRIATIVO.

(ii) ESTIMULAR E FACILITAR A AÇÃO COMUM, COM VISTAS A VIVER EM SOCIEDADE, EXERCITANDO A CIDADANIA PLENA.

Pergunta-se, então, se é justificável transmitir conhecimentos disciplinares (conteúdos) como parte da educação? Em particular, conteúdos matemáticos?

A História nos diz que sim, desde que **contextualizados** no espaço e tempo natural e cultural, utilizando as metodologias disponíveis no momento.

Uma outra pergunta: como contextualizar a matemática?

Essas duas questões, sintetizadas em por que ensinar, o que ensinar, como ensinar, dão origem aos estudos sobre currículo.

Insisto no princípio básico de ancorar a prática educativa nos objetivos maiores da educação, que são essencialmente responder aos anseios do indivíduo e prepará-lo para a vida em sociedade, isto é, para a cidadania. O grande desafio é, portanto, combinar o individual e o social. Não priorizar um sobre o outro, mas tratá-los como dois aspectos não excludentes e mutuamente essenciais do comportamento humano. Talvez esse seja um dos temas mais fascinantes no estudo do homem.

Por que ensinar Matemática?

A Matemática comparece como disciplina obrigatória e dominante em todos os currículos de 1º e 2º graus de todos os sistemas escolares. A pergunta que todos deveriam fazer é "Por quê?".

Muitos fazem essa pergunta. E respondem de várias maneiras:

Porque Matemática é importante para o dia a dia e sem Matemática não podemos viver no mundo moderno.

Porque Matemática ajuda a pensar melhor e desenvolve o raciocínio.

Porque Matemática está em tudo. É a matéria mais importante, que rege a vida das pessoas.

E assim por diante. A questão "Por quê?" deveria estar permanentemente presente na prática docente. Uma pesquisa sempre interessante, mesmo que já tenha sido feita inúmeras

vezes, é sentir a opinião do professor, do profissional, do jovem, do indivíduo comum, sobre essa questão básica¹.

Com preocupação, eu percebo que há um risco de desaparecimento da Matemática como disciplina autônoma dos sistemas escolares. Mas, repito o que disse acima neste trabalho, se ela continuar a ser ensinada da maneira como vem sendo, isto é, obsoleta, inútil e desinteressante, ela corre o risco de sair dos sistemas escolares.

Os testes padronizados

Notamos que muito na educação está pautado por testes. Há insistência em testes padronizados para avaliar o aprendizado de um currículo que está defasado com o mundo atual. O problema não é apenas no Brasil.

O protesto de professores e associações contra os testes é grande em todo o mundo. A prestigiosa organização *NCTM: National Council of Teachers of Mathematics*, dos Estados Unidos, dedicou o último número de sua publicação *Mathematics Education Dialogues*, May/June 1998, a uma discussão sobre testes. No editorial, lê-se: "O conhecimento dos professores [na sua atuação em aula] é intuitivo e pessoal [e reconhece] que o tipo de teste aplicado por alguma autoridade externa – o estado, o governo federal, o distrito escolar – tem consequências para suas classes e para suas vidas. Nem todas essas consequências são salutaras, seja para eles, os alunos, ou o sistema como um todo".

Um jovem professor, Sandy **Orsten**, de Calgary, Canadá, se manifesta dizendo: "os testes comparam distrito contra distrito, escola contra escola e mesmo professor contra professor. Isto aconteceu apesar das repetidas afirmações ao contrário das autoridades que administraram os testes. ... os testes se tornaram uma ameaça aos professores, pois os resultados são publicados anualmente nos jornais locais. O impacto dessa forma de testar fez com que eu me tornasse céptico sobre a atitude das autoridades ao se dizerem guardiães dos interesses do público em vez de apoiarem a profissão dos professores.... Orgulho pessoal em ter seus alunos se saindo bem nos testes torna-se a maior motivação para os professores, não a compreensão e confiança na matemática que os seus alunos aprenderam." Resumindo, os testes representam um grande equívoco do ponto de vista educacional. Lá, como cá...

O mais grave é que enquanto a energia do sistema educacional vai em preparar estudantes para se saírem bem nos testes, deixa-se de lado a necessária inovação educacional. Isso é particularmente grave em Matemática.

¹ Esse foi o tema de seção intitulada "Por que Ensinar Matemática?" que coordenei no Terceiro Congresso Internacional de Educação Matemática, realizada em Karlsruhe, Alemanha, em 1976. O trabalho intitulado "Metas y Objectivos Generales de la Educación Matemática" foi publicado como Capítulo IX de *Nuevas Tendencias en la Enseñanza de la Matemática IV*, ed. Luis **Santaló**, UNESCO-ICMI, Paris, 1979; pp.205-226.

Repensar o currículo

Tenho me referido com frequência ao ensino elementar propondo um novo *trivium*, organizado em Literacia, Materacia e Tecnoracia². Essencialmente,

Literacia

É a capacidade de processar informação escrita, o que inclui leitura, escritura e cálculo, na vida quotidiana.

Materacia

É a capacidade de interpretar e manejar sinais e códigos e de propor e utilizar modelos na vida quotidiana.

Tecnoracia

É a capacidade de usar e combinar instrumentos, simples ou complexos, avaliando suas possibilidades e suas limitações e a sua adequação a necessidades e situações diversas.

Não se trata apenas de apreender técnicas, mas o importante é que o espírito crítico esteja permeando a prática. Desse modo será possível abordar os **Temas Transversais** propostos nos Parâmetros Curriculares Nacionais³. Os Temas Transversais sintetizam, a meu ver, o objetivo mais importante dos 1º, 2º e 3º graus. E o *trivium* proposto acima é fundamental para a abordagem dos Temas Transversais.

A prioridade não pode ficar em ensinar uma disciplina pela disciplina, justificada dizendo-se que aquilo que consta dos programas será útil para algo. A ilusão de justificar um currículo por ser importante para o "provão" decreta o fim do sistema educacional. Assim como o 2º grau ficou – e ainda é – muitíssimo prejudicado pelo vestibular, o mal será ainda maior no 1º grau focalizado no "provão".

Acredito que uma boa formação de professores e de profissionais, alertas para os avanços científicos e tecnológicos, é essencial para que as escolas sobrevivam.

Particularmente importante é o caso da Matemática. Há grande necessidade de uma matemática atual. Se os Educadores Matemáticos não assumirem seu ensino, este será feito

² Ver meus artigos "Educação: Nas Lições do Passado, as Perspectivas para o Futuro", *Estudos Leopoldenses-Série Educação*, vol. 2, nº 2, Janeiro/Junho 1998; pp.7-16, e "Literacia e Materacia. Objetivos da Educação Fundamental", *Pátio. Revista Pedagógica* (Porto Alegre), ano I, nº 3, Novembro 1997/Janeiro 1998; pp. 22-26.

³ Ver a série "Temas Transversais", Editora Fundação Peirópolis, São Paulo, particularmente o volume 2: Conhecimento, Cidadania e Meio Ambiente, 1998.

por outros e a Matemática será incorporada a outras disciplinas e perderá seu caráter de disciplina autônoma no currículo do futuro.

Isso é verdade na vida profissional. Aceita-se que a matemática é essencial para o sistema de produção, mas tolera-se que a matemática seja inacessível para aqueles que produzem. Este é um dos principais fatores de desigualdade social. A mistificação da matemática, e portanto dos sistemas de produção, é algo reconhecido já no início do século, quando aparecem cursos de cálculo com forte ênfase teórica, inacessíveis ao cidadão. O Cálculo tornou-se algo equivalente ao *pons asinorum* da Grécia Clássica.

Na entrevista gravada que deu para o VIII Congresso Internacional de Educação Matemática, Paulo **Freire** diz:

"... eu acho que uma preocupação fundamental, não apenas dos matemáticos mas de todos nós, sobretudo dos educadores, a quem cabe certas decifrações do mundo, eu acho que uma das grandes preocupações deveria ser essa: a de propor aos jovens, estudantes, alunos homens do campo, que antes e ao mesmo em que descobrem que 4 por 4 são 16, descobrem também que há uma forma matemática de estar no mundo. Eu dizia outro dia aos alunos que quando a gente desperta, já caminhando para o banheiro, a gente já começa a fazer cálculos matemáticos. Quando a gente olha o relógio, por exemplo, a gente já estabelece a quantidade de minutos que a gente tem para, se acordou mais cedo, se acordou mais tarde, para saber exatamente a hora em que vai chegar à cozinha, que vai tomar o café da manhã, a hora que vai chegar o carro que vai nos levar ao seminário, para chegar às oito. Quer dizer, ao despertar os primeiros movimentos, lá dentro do quarto, são movimentos matematizados. Para mim essa deveria ser uma das preocupações, a de mostrar a naturalidade do exercício matemático. Lamentavelmente, o que a gente vem fazendo, e eu sou um brasileiro que paga, paga caro... Eu não tenho dúvida nenhuma que dentro de mim há escondido um matemático que não teve chance de acordar, e eu vou morrer sem ter despertado esse matemático, que talvez pudesse ter sido bom. Bem, uma coisa eu acho, que se esse matemático que existe dormindo em mim tivesse despertado, de uma coisa eu estou certo, ele seria um bom professor de matemática. Mas não houve isso, não ocorreu, e eu pago hoje muito caro, porque na minha geração de brasileiras e brasileiros lá no Nordeste, quando a gente falava em matemática, era um negócio para deuses ou gênios. Se fazia uma concessão para o sujeito genial que podia fazer matemática sem ser deus. E com isso, quantas inteligências críticas, quantas curiosidades, quantos indagadores, quanta capacidade abstrativa para poder ser concreta, perdemos. Eu acho que nesse congresso, uma das

coisas que eu faria era, não um apelo, mas eu diria aos congressistas, professores de matemática de várias partes do mundo, que ao mesmo tempo em que ensinam que 4 vezes 4 são 16 ou raiz quadrada e isso e aquilo outro, despertem os alunos para que se assumam como matemáticos."

A mistificação do saber matemático, reforçado pelos testes e exames rotineiros, é a maior causa de negar ao povo o importante instrumento de crítica proporcionado pela matemática.

Os testes e exames, ao mesmo tempo que negam à grande maioria da população o acesso à cidadania plena, tampouco estimulam o indivíduo a realizar todo o seu potencial criativo. Assim, nenhum dos dois objetivos maiores da educação é atingido.

Um livro notável, publicado em 1910, procurou desmistificar o cálculo. Seu autor, Silvanus P. **Thompson**, um prestigioso Engenheiro inglês, diz no epílogo do livro:

"Pode-se ter certeza que quando este tratado *Calculus Made Easy* [Cálculo Tornado Fácil] cair nas mãos de matemáticos profissionais, eles (se não forem muito preguiçosos) se levantarão como um só homem, e dirão que o livro é péssimo. Uma outra coisa: aqueles que se dizem matemáticos dirão sobre esse livro inteiramente ruim e pernicioso, a razão pela qual ele *é tão fácil* é porque o autor deixou de lado todas as coisas que realmente são difíceis. E o fato chocante sobre essa acusação é que – *é verdade!* Essa é de fato a razão porque esse livro foi escrito – escrito para uma legião de inocentes que já foram desencorajados de adquirir os elementos do cálculo pela maneira estúpida como seu ensino é quase sempre apresentado. Qualquer assunto pode se tornar repulsivo se for apresentado destacando as suas dificuldades⁴."

A estratégia é familiarizar o aprendiz com as ideias ilustradas por exemplos simples. Em pouco mais de 200 páginas, o livro cobre um curso de cálculo.

O princípio que Silvanus P. **Thompson** defende é uma pedagogia da desmistificação, que muitos chamam de ingênua. Não se impede uma pessoa que não sabe fazer um relógio de usá-lo. Assim como manejar uma calculadora não exige que se faça o que calculadora faz.

É interessante que Silvanus **Thompson** faz um paralelo com o ensino da gramática. Diz que a gramática se elabora sobre o ato de falar.

⁴ Silvanus P. **Thompson**: *Calculus made easy*, Third Edition, St. Martin's Press, New York, 1946; p.236-237.

Com motivação e objetivos completamente diferentes, Maria Suzett **Biembengut** propõe um estudo de gramática associado com a oralidade dos alunos. Da linguagem espontânea, fazendo uso de desenhos e cores, ela leva o aluno a reconhecer a gramaticalidade da língua. Esse é um enfoque ao ensino da linguagem absolutamente afim com a Etnomatemática⁵. De fato, ela incorpora, no estudo da redação, a codificação matemática. Ao descrever através de desenho a sua pessoa e a sua casa, a criança toma consciência dos numerais e da sua importância na vida do homem como por exemplo: endereço, dinheiro, medida, etc. (p. 35). Esse é um exemplo da prática da Literacia.

Familiarizar o aprendiz, reforçar sua autoestima, criar confiança nas suas habilidades, pode ser um excelente instrumento pedagógico. Essa é a proposta de Carl **Rogers**, infelizmente pouco conhecida. Na mesma direção vai a proposta da Inteligência Emocional, de Daniel **Goleman**. Muitos matemáticos dizem "com matemática é diferente". Essa não é a posição de Hassler **Whitney** que, como muitos outros, procuraram trabalhar sobre o emocional da criança, estimulando a autoconfiança e a criatividade na Educação Matemática⁶.

Calculadoras, computadores e uma nova Matemática

Com a disponibilidade das calculadoras e dos computadores, o ensino da Matemática deve mudar radicalmente de orientação. Lamentavelmente, ainda permanece a insistência em ensinar "rigorosamente" como fazer operações e resolver equações. Não é de estranhar o desencanto cada vez maior dos alunos com a Matemática. O mesmo se pode dizer sobre a Física, a Química e praticamente todas as disciplinas tradicionais.

É interessante notar que Rui Lopes **Viana Filho**, o "garotão nota 10" que obteve uma medalha de ouro na 39ª Olimpíada Internacional de Matemática, diz que:

"Se me pedirem para fazer uma multiplicação de números na casa de milhões ou bilhões, terei muita dificuldade e provavelmente errarei. Isso é coisa de máquina, função de uma boa calculadora ou de um computador. As pessoas acham que o bom matemático é aquele que sabe fazer contas mirabolantes. Não é verdade. Em geral, os melhores matemáticos têm aversão a esse tipo de operação... A maioria dos gênios calculistas são autistas ou débeis mentais⁷."

⁵ Maria Suzett **Biembengut** Santade: *Oralidade e Escrita dos Esquecidos numa Gramaticalidade Visual*, Dissertação, Faculdade de Educação da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 1998; A Educadora e a Linguagem do Desenho, *Seminários em Revista* (FURB), vol.2, nº6, junho 1999; pp.29-46.

⁶ Ver Hassler **Whitney**, *Elementary mathematics activities: Part A, Trial materials*, Institute for Advanced Studies, Princeton, 1974.

⁷ Entrevista: Rui Lopes **Viana Filho**, *Veja*, 5 de agosto de 1998; p.13.

Os alunos estão aprendendo mal os programas tradicionais. Mas isso não faz falta. O mais grave é que não estejam aprendendo coisas realmente importantes nos cursos de matemática. Insistir no inútil, desinteressante e obsoleto esgota tempo e energia do aluno.

Num artigo recente, o matemático Mikhail **Gromov**, do Institut des Hautes Études Scientifiques da França, diz:

"nós matemáticos muitas vezes temos pouca ideia sobre o que está se passando em ciência e engenharia, enquanto os cientistas experimentais e engenheiros muitas vezes não se apercebem das oportunidades oferecidas pelo progresso da matemática pura. Este perigoso desequilíbrio deve ser restaurado trazendo mais ciências para a educação dos matemáticos e expondo os futuros cientistas e engenheiros a matemática central. Isto requer novos currículos e um grande esforço de parte dos matemáticos para trazer as técnicas e ideias matemáticas fundamentais (principalmente aquelas desenvolvidas nas últimas décadas) a uma audiência maior. Necessitamos para isso a criação de uma nova geração de matemáticos profissionais capazes de trafegar entre matemática pura e ciência aplicada. A fertilização cruzada de ideias é crucial para a saúde tanto das ciências quanto da matemática⁸."

Embora Gromov esteja se referindo à formação de graduação e pós-graduação, a situação é a mesma nos ensinos de 1º e 2º graus.

Destaquei a citação no parêntesis, pois esse é o ponto crucial. Quase todos os nossos currículos, em todos os graus de ensino, ignoram os avanços das últimas décadas. Com o argumento falso que é necessário uma base clássica para se entender o que é novo, tem se insistido numa pedagogia que eu chamo propedêutica, na qual se está, permanentemente, preparando para estudos seguintes. Seria importante desenvolver uma pedagogia em direção contrária, parecida com o que os pós-modernistas chamam desconstrução quando tratam da análise literária. Deixa-se a mente brincar com pressuposições e intertextualidade. Curioso que meus colegas da área de computação usam o termo "brincar" para se referir à maneira mais praticada de adquirir domínio do computador.

Isso em matemática é possível. Um exemplo muito intrigante é o curso de Física lecionado por Richard P. **Feynman**, um dos mais destacados físicos do século. O seu curso básico para calouros da universidade dispensa pré-requisitos matemáticos. É um curso difícil. **Feynman** observa, no prefácio, sobre sua experiência em ensinar cursos tradicionais: "Os alunos ouviram muito sobre quão interessante e desafiador é a Física – a teoria da relatividade, mecânica quântica, e outras ideias modernas. No fim de dois anos [no curso tradicional, os

⁸ Mikhael **Gromov**: "Possible Trends in Mathematics in the Coming Decades", *Notices of the AMS*, vol.45,n.7, August 1998;pp.846-847.

estudantes ficavam] desencorajados pois havia poucas ideias grandes, novas, modernas apresentadas para eles. Eles eram obrigados a estudar planos inclinados, eletrostática, e assim por diante, e depois de dois anos estavam absolutamente emburrados". Claro, **Feynman** está se referindo aos cursos universitários. Mas a situação é ainda mais grave no 1º e 2º graus. O desencanto dos alunos com os cursos é o maior empecilho ao seu rendimento na escola.

A razão pela qual menciono essa experiência é que **Feynman** desenvolve, à medida que o curso avança, toda a matemática necessária, sempre fazendo referência ao porquê tal e qual teoria surgiu. A matemática vai sendo desenvolvida à medida que se faz necessária. O mesmo pode ser feito através de um novo enfoque da resolução de problemas. A modelagem é o melhor exemplo desse enfoque.

Gosto de repetir um problema que pode ser usado em todos os níveis de escolaridade. Mapear o trajeto da casa para a escola. Não vejo outro exemplo tão simples para trabalhar espaço e tempo, medidas e operações aritméticas. Sobretudo, tendo uma calculadora.

Mesmo tratando de tópicos da chamada matemática pura, esse enfoque decontrucionista tem muitas possibilidades. Por exemplo, trabalhar o teorema de **Fermat**. Esse é um bom exemplo, sob vários aspectos. Nenhum resultado matemático se tornou tão popularizado quanto o teorema de **Fermat** nesses últimos anos. Saiu em primeira página dos principais jornais. Talvez seja um dos problemas numéricos mais fáceis de serem formulados e que pode manter crianças fazendo matemática como que brincando por algum tempo. Sobretudo, tendo uma calculadora.

Sobretudo, tendo uma calculadora... que já temos!

Uma vez aceita a calculadora sem restrições, estaria desfeito o nó górdio da Educação Matemática. Isto porque a calculadora sintetiza, na matemática, as grandes transformações de nossa era e a entrada de uma nova tecnologia em todos os setores da sociedade. Basta lembrar que com a adoção do sistema de numeração indo-arábico abriu-se, na Europa, toda uma nova organização mercantil. E dificilmente **Newton** teria avançado tanto sem as novas possibilidades que a invenção dos logaritmos abriu para os cálculos. Não consigo entender por que razão a calculadora ainda não se incorporou integralmente à matemática escolar, às aulas de matemática. Alguns admitem o uso das calculadoras, mas... E por conta desse "mas" vêm as restrições, todas baseadas em ideias falsas, verdadeiros mitos na Educação Matemática⁹. A incorporação de toda a tecnologia disponível no mundo de hoje é essencial para tornar a Matemática uma ciência de hoje.

⁹ Ver minha conferência "Mitos e Adornos na Educação Matemática", *Anais do IV ENEM: 4º ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (Blumenau, 26 a 31 de janeiro de 1992)*, SBM/FURB, Blumenau, 1995; pp.26-33.

Duas sugestões que podem tornar a Matemática uma disciplina apreciada e útil na escola:

1. **Integrar a Matemática no mundo moderno, discutindo e analisando os problemas maiores da humanidade;**
2. **Recuperar o lúdico na Matemática¹⁰.**

De outra maneira, a Matemática poderá encontrar seu fim nos currículos escolares.

¹⁰ Ver a brilhante tese de doutoramento de Cristiano **Muniz**, da Universidade de Brasília, recentemente defendida na Universidade de Paris.

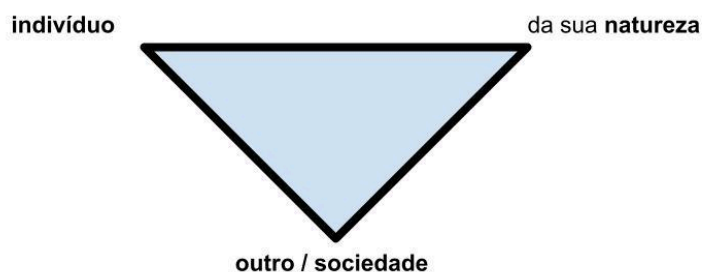


Transdisciplinaridade e a proposta de uma nova universidade

Neste trabalho, após reflexões sobre vida, conhecimento e transdisciplinaridade e uma breve vista sobre a história da instituição denominada universidade, parto para a proposta de uma nova universidade.

Vida

Ao longo da sua história, o *homo sapiens sapiens* tem acumulado meios de sobrevivência e de transcendência, que constituem o acervo de conhecimentos da humanidade. Esses se manifestam como modos de fazer e sistemas de explicações que respondem a necessidades e indagações sobre os fatos básicos da realidade: o **indivíduo**, o "**outro**"/**sociedade** e a **natureza** (imediata, planetária e cósmica). Meu ponto de partida é assumir a essencialidade mútua desses fatos. O fenômeno vida é resultado da integralidade representada no **triângulo da vida**.



Vida é a realização desse ciclo. A existência de cada indivíduo, que se identifica com sua autonomia na busca de sobrevivência, é a ativação desse ciclo. A interrupção de qualquer dessas conexões interrompe a vida.

A essencialidade mútua se manifesta nas conexões:

indivíduo	realidade	para sobrevivência do indivíduo
indivíduo	outro/sociedade	para continuidade da espécie
sociedade	natureza	para sobrevivência da espécie

que são necessárias para o fenômeno vida.

Os mecanismos fisiológicos e ecológicos são a resposta das várias espécies à resolução dessas relações presentes no triângulo da vida. Como disse acima, a quebra de qualquer das conexões determina o fim da espécie. E nenhum existe sem os outros. Talvez a natureza possa continuar sem alguma espécie. Mas será a mesma?¹

Com o aparecimento da espécie humana surgiram intermediações entre esses fatos:

instrumentos e tecnologia	entre	indivíduos e natureza
emoções e cultura	entre	indivíduo e outro/sociedade
produção e divisão de trabalho	entre	sociedade e natureza

O indivíduo e o outro são sempre diferentes. Portanto, a sociedade é constituída de indivíduos todos diferentes. A diferença resulta em contradições e conflitos. Contradições e conflitos são intrínsecos à existência. As emoções que daí resultam e as tentativas de eliminar ou mesmo resolver esses conflitos conduzem à arrogância, à inveja e à prepotência. Não se trata de acabar, mas sim equilibrar os conflitos e as contradições, respeitando as diferenças. Como nos ensina Pierre **Danserau**, *"Pour moi, l'art de vivre consiste à équilibrer ses contradictions, non à les résoudre"*².

A angústia existencial e a ética no mundo moderno

Modismos sempre refletem a busca de alternativas sociais para corrigir os desvarios da sociedade. Na sociedade atual, esses desvarios refletem o acúmulo de algumas importantes eras da história mais recente: o colonialismo (degradação do homem), o imperialismo (subordinação de culturas) e o capitalismo (uso abusivo e destrutivo de recursos humanos e naturais). Os modismos se baseiam nos sistemas de explicações parciais e dominantes no momento e são, portanto, sistemas que resultam de um modelo cultural e científico, na verdade, de um modelo de conhecimento que se construiu justamente para justificar os desmandos das eras colonialista, imperialista e capitalista.

Deve-se notar que a globalização do planeta se inicia com as grandes navegações. Não é de se estranhar que esse momento é, na verdade, o início do que se convencionou chamar "o mundo moderno": ciência moderna (Descartes e Newton), comportamento moderno

¹ O gorila mestre Ismael tem, na parede do seu escritório, um quadro com a pergunta "Com o fim da humanidade haverá esperança para o gorila?" e no reverso a pergunta "Com o fim do gorila haverá esperança para a humanidade?". Veja a bela fábula de Daniel **Quinn**: *Ismael. Um Romance sobre a Condição Humana*, Editora Fundação Peirópolis, São Paulo, 1998.

² Thérèse **Dumesnil**: *Pierre Dansereau. L'écologiste aux pieds nus*, Nouvelle Optique, Québec, 1981; p. 17.

(Descartes e Spinoza), monetarismo e mercado modernos (Copérnico) e colonialismo moderno. Essas mesmas manifestações do moderno criaram setores de conhecimento cujo objetivo é justificar as ações. Surgiram epistemologias convenientes para justificar as ciências, sistemas filosóficos para justificar o comportamento, economia para justificar as operações associadas à produção e ao mercado, e história para justificar o colonialismo.

Ao longo da sua história, o homem tem procurado explicações sobre **quem é** -- e tem se acreditado o favorito de algum deus -- sobre **o que é** -- e tem se acreditado um sistema complexo de músculos, ossos, nervos e humores -- sobre **como é** -- e tem se acreditado uma anatomia com vontade -- e sobretudo **quanto pode** -- e tem se acreditado sem limitações à sua vontade e ambição. Na procura de entender quem é, o que é, como é, o homem constrói história, religião, ciência, arte. E na explicação do quanto pode, concebe o poder. Essas explicações determinam a construção de modos de comportamento e de modos de conhecimento.

A grande **angústia existencial** do ser humano pode ser sintetizada no reconhecimento de sua impossibilidade de saber quem é, o que é, como é, e quanto pode.

Distorções na maneira como o homem tem se acreditado têm induzido poder, prepotência, ganância, inveja, avareza, arrogância, indiferença. Como resultado, temos violações da dignidade humana que chegam até à eliminação de indivíduos e a uma agressividade desmesurada contra a natureza. Chega-se, então, a acreditar na inviabilidade de uma sociedade equitativa e na irreversibilidade da depredação. Lamenta-se o que foi e procura-se partir para o novo com o pensar velho. Raramente se tenta encarar o busílis da questão: a própria questão do conhecimento, convenientemente fragmentado em disciplinas para justificar nossas ações em cada setor, assimilando a normalidade como verdade e desencorajando crítica.

Acho que quem melhor descreveu as causas dessa situação foi Sri Aurobindo, quando disse: **"Para a filosofia ocidental, uma crença intelectual fixa é a parte mais importante de um culto, é a essência de seu significado e o que o distingue dos outros. Assim são que as crenças formuladas fazem verdadeira ou falsa uma religião [uma teoria, uma filosofia, uma ciência], de acordo com sua concordância ou não com o credo de seus críticos."** (Sri Aurobindo, 1872-1950).

Se atentarmos para o conhecimento associado a esse comportamento, notamos a inexistência de uma ética maior. O conhecimento progride sem uma ética maior, que deveria reconhecer o **valor intrínseco do indivíduo** -- vale simplesmente porque é, não pelo como é -- da **necessidade absoluta do outro** -- sem o que se decreta a extinção da espécie -- e da **sua integração na realidade histórica e natural** -- como parte essencial de um todo.

Restabelecer essa ética me parece prioritário e é isso o que eu proponho na...

Ética da diversidade

1. RESPEITO

PELO OUTRO COM TODAS AS SUAS DIFERENÇAS;

2. SOLIDARIEDADE

COM O OUTRO NA SATISFAÇÃO DE NECESSIDADES DE SOBREVIVÊNCIA E DE TRANSCENDÊNCIA;

3. COOPERAÇÃO

COM O OUTRO NA PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO NATURAL E CULTURAL COMUM.

Justificam-se alguns comentários. O respeito que proponho não é por ter "modelado" o outro ao que me agrada, não é porque ele me espelha, não é porque eu o converti. Muito do que mais nos tem chocado no comportamento do indivíduo e da sociedade é uma violação de 1. Desde a educação castradora, magnificamente dramatizada por Anthony **Burgess**/Stanley **Kulbrick** no *Laranja Mecânica* (1971), até a desejada e procurada manipulação genética de seres humanos, já realizada com espécies muito próximas a nossa e mostrada tão bem por Ridley **Scott** no *Caçador de Andróides* (1982), se busca o respeito pela transformação do outro, pela produção de um outro. Aceita-se o outro desde que tenha se convertido -- e daí a origem das grandes violências de natureza religiosa e gremial.

A solidariedade com o outro não se manifesta apenas na satisfação de necessidades materiais. Não basta dar o pão, é necessário também dar o ombro para o outro chorar, ou dançar e cantar nas necessidades emocionais. Comer, mas comer junto, comungar. Daí todo o sentido da eucaristia e de outras formas de agradecimento/sacrifício, como a comida de santo depois do culto do candomblé. Não é para saciar a fome.

A cooperação no sentido amplo é que deu origem ao *homo faber*: uma pedra lascada ou uma alavanca são modelos de cooperação homem-natureza. Com o alimentar-se se dá o mesmo. Uma vida -- planta ou animal -- se extingue para que a outra continue. A própria vida é intrinsecamente cooperativa: uma célula é destruída para a sobrevivência da outra. Vida só é possível porque há cooperação no sentido mais amplo. Claro, isso tem profunda influência nos nossos modelos de comportamento.

A Ética da Diversidade é um exemplo do que considero uma ética maior. Alguém perguntará: mas e os credos, onde estão Deus, Cristo, Maomé, Buda, e tantos outros? Naturalmente, a religião tem sido, na história da humanidade, juntamente com a arte, o caminho para a transcendência. Mas a pergunta maior se refere ao que move o homem na busca de

sobrevivência e de transcendência, que são a essência da sua existência e de seu comportamento.

A crítica ampla deve necessariamente ser holística. Porém a culminância do moderno acabou sendo uma fragmentação do comportamento humano em "componentes": racional, social, econômico. Parafraseando Allain **Bloom**, poderíamos dizer que o homem moderno é caracterizado por sua crença de ser o trabalho necessário para produzir bem estar; por seguir suas inclinações com moderação, não porque seja moderado mas porque ele reconhece as vantagens dessa moderação; por respeitar o direito dos outros para assim ter respeitados os seus; por obedecer a lei que ele próprio fez em seu próprio interesse. Na verdade, aí se reconhece a essência de uma moralidade interesseira pois, citando Bloom, "para os pobres, os fracos, os oprimidos -- a maioria esmagadora da humanidade -- [essa] é a promessa de salvação"³.

Fala-se muito em energia. Vejo energia como a essência da busca incessante e integrada de sobrevivência e de transcendência. Sobreviver se dá no presente, que é a interface de passado e futuro. Transcender é mergulhar no passado e incursionar no futuro. Daí se originam os sistemas de explicação -- história e as religiões -- e os sistemas de divinação e de predição -- os oráculos e as ciências. Tudo se integra nas religiões e nas ciências que transcendem tempo e nas comunicações e nas artes que transcendem espaço. E, obviamente, transcender tempo e espaço indica complementaridade. Portanto, as comunicações, as religiões, as artes e as ciências, que representam estilos de conhecimento, andam juntas, não se separam. Basta um olhar para a evolução da humanidade para se convencer que esses estilos de conhecimento têm sempre se alimentado mutuamente. A filosofia moderna tentou situar essa totalidade em setores específicos do cérebro que cuidam do sensorial, do místico, do emocional, do intuitivo e do racional!

Conhecimento

Falei acima das intermediações criadas pela espécie humana para relacionar indivíduo, sociedade e natureza:

- instrumentos e tecnologia **entre** indivíduos e natureza;
- emoções e cultura **entre** indivíduo e outro/sociedade;
- produção e divisão de trabalho **entre** sociedade e natureza.

A realização dessas intermediações se dá pela comunicação e pelo conhecimento. O conhecimento, assim conceituado, tem várias dimensões: sensorial, intuitiva, emocional, mística, racional.

³ Allain **Bloom**: *The Closing of the American Mind*, Simon and Schuster, New York, 1987; p. 167.

O conhecimento que se desenvolveu a partir das culturas mediterrâneas se caracteriza por ter aprofundado uma percepção do cosmos, do planeta e da natureza que vê os seres humanos como uma espécie privilegiada. Esse conhecimento acarreta um comportamento ditado por privilégios.

Ao longo da história, o conhecimento originado nas culturas mediterrâneas foi, gradativamente, eliminando as dimensões sensorial, intuitiva, emocional e mística. Impôs-se, como a característica por excelência do ser humano, a sua dimensão racional. O conhecimento com maior ênfase no intuitivo foi identificado com as artes, o místico e o emocional, com as religiões, e o sensorial, com empirismo e suas conotações negativas. Os vários corpos de conhecimento, estruturados segundo a dimensão racional, passaram a ser denominados ciências, que acabaram sendo identificadas com conhecimento. As demais dimensões comparecem no que são chamadas as tradições.

O flanco vulnerável da racionalidade científica foi exposto de forma mais flagrante justamente pela ciência identificada como o padrão dessa racionalidade, que é a matemática. Na busca de se procurar fundamentar o conhecimento matemático e a sua geração, na transição do século XIX para o século XX, o intuicionismo de L. E. J. Brouwer, proposto em 1906, contrapõe-se ao logicismo de Bertrand **Russell** e ao formalismo de David **Hilbert**, rejeitando justamente o *tertium non datur* (lei do terceiro excluído), sobre o qual se funda grande parte do pensamento matemático⁴. Uma nova ciência da cognição começou então a se delinear.

Igualmente atingida foi a visão de um universo newtoniano com o surgimento das mecânicas quântica e relativística, a partir de Max **Planck** e Albert **Einstein** e com as formulações de Niels **Bohr** e Werner **Heisenberg**⁵. Fundamentalmente atingida foi a percepção de uma realidade determinista e a linearidade nela implícita, obedecendo relações de causa-efeito. Abriu-se, assim, o caminho para a teoria geral dos sistemas e teorias do caos e da complexidade e para uma nova visão do universo.

Não menos atingida foi a visão de homem, com a percepção da essencialidade do outro no reconhecimento do seu próprio eu. Os trabalhos pioneiros de S. **Freud** sobre a histeria abriram o caminho para uma nova ciência da mente e do comportamento.

⁴ Para uma síntese ver o verbete Foundations of Mathematics no excelente *Encyclopedic Dictionary of Mathematics*, by the Mathematical Society of Japan, edited by Shôkichi **Iyanaga** and Yukiyo **Kawada**, translation reviewed by Kenneth. O. **May**, The MIT Press, Cambridge, 1980; p. 549.

⁵ Para uma síntese ver o verbete quantum no *Dictionary of the History of Science* ed. W. F. **Bynum**, E. J., Roy **Porter**, Princeton University Press, Princeton, 1984.

O homem começa a se reconhecer como uma entidade individual, social, planetária e cósmica a partir dessas novas visões de cognição, da mente e do comportamento e do cosmos.

A civilização ocidental tem privilegiado o existencial e o factível e construído sistemas de conhecimento visando sua sobrevivência. Criaram as intermediações que deram origem às ciências e à consequente tecnologia. Mas, paradoxalmente, a sobrevivência do indivíduo e da espécie, representada pelo triângulo da vida, se sente ameaçada justamente pelas intermediações criadas pela espécie.

As próprias ciências e a tecnologia, que hoje é chamada tecnociência, criaram os instrumentos que possibilitam antever o perigo de extinção da espécie. A alternativa de uma espécie modificada, que tem sido contemplada na ficção, é hoje uma possibilidade.

Pergunta-se: por que esse roteiro na busca do conhecimento ocidental chegou a perspectivas tão assustadoras? Pura e simplesmente, por que o caminho da humanidade não tem tido sucesso? As próprias ciências reconhecem sua insuficiência para responder a essas questões básicas e para encontrar um novo caminho.

Vamos encontrar, metaforicamente, essa conclusão num dos mais importantes resultados científicos desse século, mais uma vez justamente na ciência que, como dissemos acima, tem sido apontada como a representante por excelência do racionalismo ocidental, a matemática. Kurt **Gödel** mostrou, em 1931, que é impossível provar a consistência de um sistema formal utilizando somente argumentos que podem ser formalizados no sistema⁶. É necessária a busca de outros caminhos. O que teria causado o desvio de uma promessa de grandes realizações para a ameaça de extinção?

Das disciplinas à transdisciplinaridade

É na história do conhecimento que vamos identificar as distorções e os novos caminhos possíveis. Obviamente, essa história não pode se restringir a uma visão parcial, epistemologicamente comprometida. Torna-se, assim, necessário o diálogo que começa a se abrir entre as ciências e as tradições.

A primeira lição que aprendemos da história é que a busca de sobreviver se complementa com a busca de transcender o existencial (passado e futuro) e o factível (explicável e inexplicável). A busca de compreensão do mundo na sua integralidade exige que as dimensões de **sobrevivência** e de **transcendência** se complementem.

⁶ *op.cit.* em nota 2, p. 550.

A organização atual dos diversos *corpus* de conhecimento repousa nas **disciplinas**, caracterizadas pelo desenvolvimento de métodos específicos para conhecer objetos de estudo bem definidos.

Rapidamente, o conhecimento disciplinar mostrou-se insuficiente para lidar com os complexos fenômenos da realidade e pratica-se um modelo **multidisciplinar**, no qual se procura reunir resultados obtidos mediante o enfoque disciplinar para lidar com situações mais complexas. Igualmente, o enfoque multidisciplinar foi incapaz de explicar e de lidar com o crescente reconhecimento da complexidade dos fenômenos naturais e sociais.

É curioso notar que, a partir de uma visão global dos fenômenos, foi proposta a organização disciplinar dos conhecimentos e, imediatamente, a multidisciplinar. Esse próprio enfoque criou a possibilidade de se reconhecer a complexidade dos fenômenos, que resistiam aos métodos das várias disciplinas isoladamente.

Surge então a **interdisciplinaridade**, na qual não apenas se transferem e se combinam resultados de algumas disciplinas, mas também se combinam métodos de várias disciplinas e, conseqüentemente, se identificam novos objetos de estudo.

Chega-se, assim, a possibilidades de explicações de inúmeros fenômenos e de realizações notáveis. Os espantosos avanços das ciências e da tecnologia, produto da interdisciplinaridade, dão ao homem a ilusão de onipotência e de onisciência.

Há limites para o conhecimento? Haverá a possibilidade de um sistema total de conhecimento ou, como costumam dizer os físicos, de uma teoria de tudo?

Mas, mesmo na prática interdisciplinar que hoje, com raras exceções, está presente na pesquisa científica e que procura explicações finais, não se supera a angústia da ameaça de extinção que pesa sobre a humanidade.

Haverá a possibilidade de outras opções além da interdisciplinaridade? Não se pode excluir a possibilidade de existirem outros sistemas de conhecimento nos quais a fragmentação do saber não tenha sido tão rígida quanto o que vemos no sistema de conhecimento ocidental. Esses sistemas de conhecimento, supérstites em algumas sociedades, muitos aprimorados, outros desfigurados pela exposição com a civilização ocidental, encontram-se nas tradições. É bem possível que esses sistemas poderão contribuir para a superação do impasse existencial.

Do encontro das ciências e das tradições, resultam transformações profundas dos sistemas de explicações. Essas transformações têm sido notadas no desenvolvimento científico e tecnológico, nos sistemas de comunicação e de transporte, nos meios de produção e no próprio conceito de propriedade. Um questionamento frequente se refere à universalidade

dessas transformações. Há indicadores de que esse encontro é, efetivamente, um movimento planetário, prenúncio de uma civilização planetária.

O conhecimento é, então, encarado como modos, estilos, técnicas de explicar, de conhecer, de lidar com a realidade como ela se manifesta em distintos ambientes naturais e culturais. Obviamente, esses modos, estilos e técnicas não se realizam no modelo disciplinar, nem mesmo nos seus variantes da multidisciplinaridade e da interdisciplinaridade. Exigem uma visão transdisciplinar do conhecimento⁷.

A **transdisciplinaridade** leva o indivíduo a tomar consciência da essencialidade do outro e da sua inserção na realidade social, natural e planetária, e cósmica. Uma consequência imediata da essencialidade é que a inserção só pode se dar através de um relacionamento de respeito, solidariedade e cooperação com o outro, consequentemente, com a sociedade, com a natureza e com o planeta, todos e tudo integrados na realidade cósmica. Esse é o despertar da consciência na aquisição do conhecimento. A grande transformação pela qual passa a humanidade é o encontro do conhecimento e da consciência.

A proposta da transdisciplinaridade

Qual a oportunidade que a academia tem tido de refletir sobre essas questões? É possível que o "Fórum de Ciências e Cultura da UNESCO", que se reuniu em Veneza em 1986, tenha sido a primeira grande oportunidade de se propor uma visão transdisciplinar. O tema do fórum, "Encontro das Ciências e das Tradições", e a composição de sua participação foram, inegavelmente, fatores essenciais para uma nova postura com relação ao conhecimento. A Declaração de Veneza, que foi um resultado do Fórum, abriu as possibilidades de reflexões transdisciplinares⁸.

Claro que a transdisciplinaridade não constitui uma nova filosofia, nem uma nova metafísica, nem uma ciência das ciências e, muito menos, uma nova postura religiosa. Nem é, como muitos insistem em mostrá-la, um modismo. O essencial na transdisciplinaridade reside numa postura de reconhecimento que não há espaço e tempo culturais privilegiados que permitam julgar e hierarquizar, como mais correto ou mais certo ou mais verdadeiro, complexos de explicação e convivência com a realidade que nos cerca. A transdisciplinaridade repousa sobre uma atitude aberta, de respeito mútuo e mesmo humildade, com relação a mitos, religiões e sistemas de explicações e conhecimentos, rejeitando qualquer tipo de arrogância e prepotência. A transdisciplinaridade é, na sua

⁷ Ubiratan **D'Ambrosio**; *Transdisciplinaridade*, Editora Palas Athena, São Paulo, 1997.

⁸ Ubiratan **D'Ambrosio** (organizador): Declarações dos Fóruns de Ciência e Cultura da UNESCO (Veneza, Vancouver e Belém e a Carta da Transdisciplinaridade), Textos Universitários, Editora da Universidade de Brasília, 1994.

essência, transcultural. Exige a participação de todos, vindo de todas as regiões do planeta, de tradições culturais e formação e experiência profissional as mais diversas.

A essência da proposta transdisciplinar parte de um reconhecimento que a atual proliferação das disciplinas e especialidades acadêmicas e não-acadêmicas conduz a um crescimento incontestável do poder associado a detentores desses conhecimentos fragmentados, podendo assim agravar a crescente iniquidade entre indivíduos, comunidades, nações e países. Além disso, o conhecimento fragmentado dificilmente poderá dar a seus detentores a capacidade de reconhecer e enfrentar os problemas e situações novas que emergem de um mundo a cuja complexidade natural acrescenta-se a complexidade resultante desse próprio conhecimento transformado em ação que incorpora novos fatos à realidade, através da tecnologia.

A espécie *homo sapiens sapiens*, identificada no planeta há cerca de 100.000 anos, é extremamente jovem quando comparada com hominídeos, que deixaram sua marca desde 4.500.000 anos atrás. Mesmo esses hominídeos tiveram uma existência limitada quando comparados com espécies como os dinossauros que habitaram o planeta por cerca de 100 milhões de anos. Quando refletimos cosmicamente, é perturbador notar que nossa espécie, inteligente e capaz de comunicar-se em todo e mesmo fora do planeta, tem apenas 100.000 anos de experiências acumuladas num planeta cuja existência é traçada a 4 e meio bilhões de anos. Somos uma dentre milhões de espécies vivas que vêm surgindo e se extinguindo na Terra há muito tempo. Estima-se que a vida teve início há cerca de 3 e meio bilhões de anos e, desde então, sabe-se de uma verdadeira ciranda de espécies aparecendo e se extinguindo. E quando nos situamos no cosmos, agora acessível por meio de modernas sondas espaciais, a brevidade da existência de nossa espécie é alarmante quando comparada com a estimativa de 15 bilhões de anos desde a criação cósmica – big-bang ou equivalentes⁹.

Nesse curtíssimo espaço de tempo, a espécie acumulou conhecimentos e capacidade de ação cada vez mais aprofundados sobre os fatos da realidade. E, no quase instante de nossa existência, podemos dominar esses conhecimentos e capacidades. Tanto poder concentrado em cada um de nós pode definir um paraíso ou um inferno para nossa efêmera existência. E vê-se que, com a força de toda uma geração, o ritmo de crescimento dessas capacidades se acelera ... com o risco, igualmente acelerado, de perdemos a visão do todo à medida que nos aprofundamos cada vez mais nas minúcias e detalhes associados a disciplinas, subdisciplinas e especialidades.

A ameaça associada a uma aparente irreversibilidade do processo é compensada por uma tomada de consciência da fragilidade desse estilo de aquisição de conhecimentos e

⁹ Uma boa apresentação da história da espécie foi dada por Colin Tudge: *The Time Before History. 5 Million Years of Human Impact*, Simon & Schuster, New York, 1996.

capacidades. A própria evolução do modelo ameaçador nos revela as suas inadequações, as suas distorções e a sua impossibilidade de uma visão, global e holística, do homem como um integrante, embora diferenciado, da totalidade cósmica. A única alternativa que resta é a de nos integrarmos nessa totalidade cósmica, a partir da integração em várias etapas, a começar pela nossa integração pessoal como indivíduos. Mente e corpo, consciente e inconsciente, o material e o espiritual, nosso saber e fazer, enfim, todas essas e outras dicotomias, com as quais nos habituamos a nos ver na nossa mais profunda intimidade, deverão ser superadas. Temos que vencer a dominância do ser (substantivo) sobre o ser (verbo). Ao superar essa redefinição do eu, estaremos em condição de redefinir nossas relações com o outro. A partir de então, estarão abertas as portas de um novo relacionamento com diferentes, com a natureza como um todo e com o cosmos na sua totalidade.

A busca de uma sociedade integrada no **entorno familiar** -- isto é, o outro mais próximo -- no **entorno comunitário** -- isto é, a nossa tribo -- no **entorno nacional**-- isto é, o nosso país -- são etapas necessárias para se chegar à integração da humanidade como um todo -- isto é, **o nosso planeta**. Poderemos então nos situar num contexto muito mais amplo, transcender nossa existência tão efêmera, e avaliar nossa dimensão como indivíduos na realidade cósmica. Então, espera-se que arrogância, inveja, prepotência cedam lugar a respeito pelo diferente, à solidariedade com o outro, à cooperação na preservação do patrimônio comum.

Eliminar arrogância, inveja, prepotência e adotar respeito, solidariedade, cooperação é a ideia de base na busca de uma nova espiritualidade, ancorada num sistema de conhecimento transdisciplinar. Busca-se um pacto moral entre todos os homens definitivamente interessados numa nova perspectiva de futuro para a humanidade, através de uma ética total.

O **princípio essencial**: restabelecer a integridade do homem e do conhecimento, integrando sensorial + místico + emocional + intuitivo + racional na totalidade mente + corpo + cosmos mediante a ética da diversidade: respeito, solidariedade e cooperação.

A universidade ao longo da história

Todos os povos pensados como a mesma espécie humana e todas as culturas pensadas como integrando uma civilização planetária exigem um novo pensar e um novo relacionamento de saberes e de fazeres que, muitas vezes, se manifestam diferentemente. Na era colonial, havia entre saberes e fazeres uma relação de prepotência e de marginalização e mesmo rejeição de formas de conhecimento próprias dos povos conquistados.

As novas relações internacionais e a intenção de recuperar a dignidade cultural de todos os povos, manifesta na Declaração dos Direitos do Homem, exigem o diálogo intercultural e

interdisciplinar como passos essenciais para a humanidade transcultural e o conhecimento transdisciplinar¹⁰.

A transculturalidade e a transdisciplinaridade possibilitam a sobrevivência da espécie humana, com dignidade. Mas elas necessitam um ambiente para prosperarem. Que ambiente será esse?

Desde os tempos pré-históricos, tem-se notado que os homens buscam um espaço para o intercâmbio de ideias e a difusão do conhecimento acumulado.

É curiosa a descrição que o arquiteto romano Marcus **Vitruvius Pollio** fez, no século I a.C., da origem da conversação:

"Os homens de antigamente eram nascidos como bestas selvagens, nas florestas, cavernas, e grotas, e viviam selvagememente. Com o passar do tempo, as árvores densas em um certo lugar, arrancadas por tempestades e ventos, e esfregando seus galhos um contra o outro, pegaram fogo, e assim os habitantes do lugar fugiram, aterrorizados pelas chamas furiosas. Depois que ela se acalmou, eles se aproximaram, e observando que se sentiam muito confortáveis estando frente ao fogo, acrescentaram a ele galhos e, assim aivado, ele atraiu outras pessoas para seu redor, mostrando quanto conforto elas poderiam obter dele. Nesse encontro dos homens, num tempo em que os sons emitidos eram puramente individuais, dos hábitos diários eles se fixaram em palavras articuladas à medida que elas iam chegando; então, indicando por nome as coisas de uso comum, o resultado foi que deste modo puramente aleatório eles começaram a falar, e assim se originou a conversação de um com o outro. Portanto, foi a descoberta do fogo que originalmente, deu origem, ao encontro dos homens, às assembleias deliberativas, e ao relacionamento social."¹¹

Ao ar livre ou nas cavernas, nas conversas ao pé do fogo, nas famílias e nas assembleias, nas academias e nas escolas, inicia-se a organização e a difusão de conhecimentos que são gerados por cada indivíduo, através do processamento de informações recebidas da realidade e combinadas com informações prévias armazenadas na memória. Como se dá esse processamento? Ninguém sabe.

Essa é uma das questões que vêm sendo abordadas com grande intensidade por pesquisadores de várias especialidades. Embora haja concordância que a linguagem tenha

¹⁰ Esse tema foi discutido nas conferência "La Transdisciplinaridad y los nuevos rumbos de la educación superior", disponível na internet: <http://www ldc lu se/uvla/uvla1.htm> e "Universities and Transdisciplinarity", que pode ser encontrada na internet: <http://perso.club-internet.fr/nicol/locarno/loca5c10.htm>.

¹¹ *Vitruvius. The Ten Books on Architecture*, transl. Morris Hicky **Morgan** (1914), Dover Publications Inc., New York, 1960; p. 38.

tido um papel fundamental no desenvolvimento das capacidades cognitivas do homem, o silêncio tem se revelado uma importante estratégia na elaboração do conhecimento. Particularmente, o silêncio em companhia de outros. Não vou abordar esse aspecto da elaboração do conhecimento, mas falar dos ambientes reconhecidos como academias e variantes, restringindo-me à tradição que se originou das civilizações em torno do Mediterrâneo e que serviram de modelo para os sistemas educacionais de todo o planeta nos dias de hoje. Nossa história começa na antiguidade grega e romana.

Platão transmitia suas ideias num local onde teria sido sepultado o herói mitológico Academo. Etimologicamente, seu nome vem de héka (= longe, distante) e dêmos (= povo). Academo é "o que age independentemente"¹². E daí o nome academia.

As academias, característica da cultura grega, floresceram no Império Romano. Mas, com a cristianização do Império Romano, no século IV, esse ambiente privilegiado pouco contribuiu para a construção de uma filosofia cristã, que foi o grande problema enfrentado pela Igreja no seu início. A expansão do cristianismo, sobretudo nas civilizações pagãs do norte da Europa, fazia-se sem maiores problemas. Mas a conquista da intelectualidade mediterrânea era um grande obstáculo para a expansão do cristianismo. As academias ofereciam um pensamento contrário à doutrina cristã que se esboçava. Foi necessário criar um outro espaço onde a intelectualidade pudesse avançar nas suas reflexões. Esse espaço foram os mosteiros.

Etimologicamente, a palavra mosteiro é derivada do grego e seu significado é viver só, isolado. O objetivo dos mosteiros era a construção da doutrina cristã e a sua fundamentação filosófica. O conhecimento era construído com essa finalidade.

O imaginário sobre o qual repousavam essas reflexões era extremamente rico. Esse espaço privilegiado era subordinado à Igreja. Obviamente, era necessário depurar as fontes sobre as quais estava sendo construído o conhecimento cristão. Nessa depuração, excluiu-se todo o *corpus* filosófico grego. Os monges detinham esse conhecimento e sua difusão se fazia através de filtros convenientes à Igreja. Apesar disso, ou talvez justamente por isso, a Idade Média foi uma época de grande criatividade. Sem os instrumentos intelectuais que haviam sido construídos pelos filósofos gregos, os monges criaram o novo. O imaginário cristão, alimentado pelo encontro com os pagãos, praticamente não tinha limites.

Sabe-se pouco sobre o que se passava com a intelectualidade de outras civilizações e quais eram os ambientes privilegiados para essas reflexões e para a geração, organização e difusão

¹² Junito **Brandão**: *Dicionário Mítico-Etimológico*, Editora Vozes, Petrópolis, 1991.

do conhecimento. São interessantíssimos os espaços para as argumentações na China¹³. A "Casa da Sabedoria" de Bagdá foi fundada no século IX. Ali se deu a fase mais importante da matemática árabe, com o desenvolvimento do sistema aritmético indo-arábico e a criação da álgebra.

Na transição do 1º para o 2º milênio, organizaram-se, na Europa, as cruzadas. Como resultado dessa importante empresa, os monges travaram contato com outro conhecimento, essencialmente com a filosofia grega traduzida, aprimorada e elaborada pela intelectualidade muçulmana. Ficou evidente a possibilidade de reconciliação da filosofia cristã com a filosofia grega. Para isso tornava-se necessário o encontro "cauteloso" dos intelectuais cristãos, na sua quase totalidade monges, com intelectuais hereges.

A busca de um espaço no qual hereges poderiam professar seu conhecimento para benefício dos monges, sem macular o ambiente sagrado e restrito dos mosteiros, deu origem às universidades, cuja denominação vem do latim *universitas*, que significa universalidade, generalidade, totalidade. As primeiras universidades vão surgindo: Bolonha em 1088, Paris em 1120 e Oxford em 1130. Outras se seguem. Esses espaços favoráveis à reflexão passam a ser controlados pela Igreja.

Com Thomás de **Aquino** (1225-1274) se completa um período cujo maior esforço era construir uma teologia cristã, com a publicação da obra maior da Idade Média, que é a *Summa Theologica*.

A partir das reflexões de **Aristóteles**, reconduzido à academia graças a **Avicena** (980-1037), **Averróes** (1126-1198) e outros pensadores islâmicos, explicar o movimento tornou-se o foco das universidades medievais. O próprio Thomás de **Aquino** dedicou-se a isso. Ao afirmar que "nada de muita importância pode ser conhecido das ciências sem matemática", Roger **Bacon** (ca 1219-1292) revela um novo estilo nas especulações dos monges cientistas.

A afirmação de **Aristóteles** de que quanto mais pesado o corpo, maior sua velocidade de queda, passou por contestações. Os estudos de Thomas **Bradwardine** (ca 1290-26/08/1349) e de seus colegas no Merton College (William **Heytesbury**, Richard **Swineshead**, John **Dumbleton** et al) são típicos dessa contestação.

Esse novo pensar foi o resultado de cerca de 400 anos de concentração do pensamento universitário na busca de entender e explicar o fenômeno do movimento.

Cabe observar que o mundo é muito maior que a Europa e os seus prolongamentos em outras terras. O que se passava no pensar de outras civilizações? Como se desenvolveram os

¹³ Ver A. C. **Graham**: *Disputers of the Tao. Philosophical Argument in Ancient China*, Open Court, La Salle, 1989.

ambientes de reflexão e desenvolvimento de técnicas e artes de explicar, de conhecer, os saberes e fazeres em diferentes ambientes culturais? Sabemos muito pouco sobre o que seriam os equivalentes a universidades e mesmo a sistemas escolares em outras culturas civilizações¹⁴.

No texto sobre "A Universidade de Ontem e de Hoje", publicado em 1964, o grande educador brasileiro Anísio **Teixeira** comenta sobre as comunidades de mestres e estudantes das universidades, que mantinham o mesmo estilo de isolamento e distanciamento que prevalecia nas academias e nos mosteiros. Mas **Teixeira** nota que

"essa atitude de um puro isolamento de algum modo se corrigia com a formação do profissional, em pequeníssimo grau, com a formação do clero, um pouco mais com a formação do bacharel de direito, substancialmente com a formação do médico e, muito depois, em grau mais acentuado, com a formação do engenheiro. Atentemos, contudo, que essa formação profissional não constituía o coração da universidade, mas sua extensão ou desenvolvimento, pois, onde se guardou a tradição da cultura geral, a formação universitária era a da cultura clássica e somente mais tarde relativa à ciência experimental. Mesmo depois que a universidade aceitou a ciência experimental, nem por isso se rendeu à pesquisa da ciência aplicada e se deixou envolver nos negócios do mundo, mas insistiu em acentuar o caráter "desinteressado" de sua busca e os objetivos "nobres" do saber pelo saber, do saber como fim em si mesmo."¹⁵

Enquanto a atitude do saber desinteressado de qualquer aplicabilidade prevalecia nas universidades, a Europa passava por um intenso processo de urbanização, marcado sobretudo pela expansão do cristianismo no início do milênio, quando a catedral tornou-se o centro urbano da região. Com isso, prosperam a arquitetura e as profissões associadas, as artes e o comércio. As guildas, que poderiam ser comparadas ao que hoje chamamos universidades alternativas, se encarregavam de avançar e transmitir esse saber.

O caso das ciências médicas teve características muito especiais, sobretudo no final da Idade Média e na entrada do Renascimento. A intensificação de visitas a outras terras e o grande fluxo migratório causado pela urbanização mudaram o cenário da saúde. Epidemias implacáveis, como a peste, se generalizaram. Um grande esforço na área da saúde aproximou a universidade de problemas do cotidiano. O conhecimento médico na Europa era ainda

¹⁴ O estudo das artes e técnicas (*ticas*) de explicar, de conhecer e de fazer (*matema*) em diferentes ambientes naturais e culturais (*etnos*) constitui a meta do programa etno-matema-tica. Ver Ubiratan **D'Ambrosio**: *Etnomatemática*, Editora Ática, São Paulo, 1990. Como se dava a geração, organização e difusão desse conhecimento?

¹⁵ Anísio **Teixeira**: *A Universidade de Ontem e de Hoje*, org. e intr. Clarice **Nunes**, EdUERJ, Rio de Janeiro, 1998; p. 38-39.

fortemente dominado por **Galeno**. A absorção dos especialistas de formação islâmica, provenientes de Portugal e da Espanha, foi notável nas universidades europeias durante os séculos XV e XVI¹⁶.

Da mesma maneira, grandes obras públicas, a urbanização e a engenharia em geral, a metalurgia e a própria indústria de armamentos iriam desafiar os acadêmicos e estimulá-los a uma aproximação com a realidade.

O paradigma científico incorporou-se ao pensamento europeu, tanto nos ambientes de reflexão teórica, basicamente interessados no saber pelo saber, como no cotidiano profissional. Procedeu-se à identificação do ser humano com o ser racional e do ser racional com o ser científico.

As dimensões mística, sensorial, intuitiva e emocional do conhecer foram subordinadas à dimensão racional. O comportamento individual e social foi subordinado ao paradigma que se proclamou ser a essência do ser humano.

A universidade, encastelada nos resultados da revolução científica, assistiu, sem se aperceber, a chegada das três grandes revoluções que marcaram novas direções da humanidade: a revolução americana [novo conceito de poder civil e governança], a revolução francesa [novos ideais para a humanidade] e a revolução industrial [novos meios de produção e de trabalho]. A universidade esteve ausente de todas.

Procurando responder às grandes transformações resultantes dessas revoluções, particularmente seus reflexos na vida urbana e na organização militar, criaram-se, na França, modelos alternativos de educação superior, as *Grandes Écoles*. Destacam-se a *École Nationale de Ponts et Chaussées*, em 1747; a *Écoles di Génie de Mezières*, em 1749; a *École Militaire de Paris*, em 1753; e a *École Polytechnique de Paris*, em 1794. As universidades continuaram no seu estilo próprio. No Brasil, o modelo francês das *Grandes Écoles* foi adotado após a chegada da família real em 1808. Esse modelo perdurou até 1933, quando foi criada a Universidade de São Paulo.

Em meados do século XIX, as universidades iniciam um processo de modernização. A Universidade de Manchester é fundada, em 1851, respondendo ao novo momento tecnológico. A Universidade de Berlim, renovada por proposta de Alexander von **Humboldt**, é moderna na organização e estabelece o sistema de departamentos e a carreira acadêmica, buscando um saber atual e moderno. Mas sempre predominando o saber pelo saber. *Lernfreiheit* (liberdade de aprender) e *Lehrfreiheit* (liberdade de ensinar), já esboçados na

¹⁶ Ver Ubiratan **D'Ambrosio**: Specificity of the health sciences in the Iberian Peninsula at the time of the discoveries, *Advances in Gynecology and Obstetrics*, eds. P. **Belfort**, J. A. **Pinotti** and T. K. A. B. **Esques**, Parthenon Pub. Co., London, 1988; pp. 29-32.

universidade medieval, exprimem o caráter de completa autonomia no saber e no fazer da universidade. A proposta de John Henry **Newman** para a Universidade de Dublin, que não foi posta em prática, excluía a pesquisa e era inteiramente devotada ao ensino. Mas, não visava qualquer fim utilitário.

No meu entender, a inovação mais importante deu-se nos Estados Unidos. A Lei Morrill (1862) propôs um outro conceito de educação superior, que via na universidade o centro onde se fazia avançar o conhecimento e se preparavam os recursos humanos para as necessidades mais imediatas do novo país. Assim, a universidade se desviava da tradição elitista, abrindo oportunidades de acesso a toda a população. Essas universidades públicas, chamadas *land-grant colleges*, tiveram grande influência no desenvolvimento da agricultura e da mineração, sendo propulsoras do progresso agrícola e industrial dos Estados Unidos. Rapidamente, essas instituições incorporaram o espírito e a organização da Universidade de Berlim. Os irmãos Abraham e Simon **Flexner** tiveram um papel importantíssimo ao compatibilizar ensino, pesquisa e prestação de serviços como os objetivos solidários da universidade moderna.

A modernização das universidades europeias, desde a criação das *Grandes Écoles* na França até a implantação e subsequente modernização dos *Land-Grant Colleges* nos Estados Unidos, resultou na universidade de hoje. O mesmo modelo prevalece em praticamente todo o mundo, com os objetivos declarados e solidários de ensino, pesquisa e prestação de serviços.

Com esse espírito foi criada, tardiamente, a universidade brasileira, a partir da Universidade de São Paulo (1934) e da Universidade do Distrito Federal (1935).

A nova universidade

As instituições estão caminhando rapidamente para uma planetarização. As nações terão que subordinar suas decisões e instituições a objetivos maiores e a interesses planetários. Poucas instituições nacionais poderão se identificar como soberanas. Esse talvez seja o efeito mais positivo da globalização dos sistemas econômicos. Um indicador seguro dessa planetarização é o questionamento da jurisdição nacional sobre crimes que afetam a humanidade como um todo. Por exemplo, o tribunal de Nuremberg após a Segunda Guerra Mundial. Igualmente, epidemias, controle ambiental, terrorismo, drogas e inúmeros outros fatos estão sendo tratados por ações subordinadas a legislações supranacionais. A organização social de cada nação está subordinada a uma ordem planetária. E sabemos que a organização social é o grande substrato dos sistemas escolares.

Parafraseando V. V. **Raman**, do Rochester Institute of Technology, pode-se afirmar que as metas para o novo século devem ser a identificação do que é comum na busca de verdade e sabedoria entre todas as culturas e civilizações do planeta, aprendendo um do outro a

corrigir os equívocos, a resistir à tentação de considerar as percepções das nossas tradições como sendo, de algum modo, superior a outras, a reconhecer que nossos ancestrais erraram gravemente em muitas decisões e ações, e a buscar, em comum, soluções para os muitos problemas que a humanidade enfrenta, num espírito de harmonia e dedicação coletiva. Essa é, em outras palavras, a ética maior que tenho proposto:

- **respeito pelo outro com todas as diferenças;**
- **solidariedade com o outro na satisfação de sua busca de sobrevivência e de transcendência;**
- **cooperação com o outro na preservação do bem e do patrimônio comum.**

Para atingir esses objetivos maiores, a comunicação ampla será fundamental e a utilização de recursos e experiências acumuladas por toda a humanidade no curso de sua história, serão indispensáveis. Na história da humanidade como um todo, são evidentes os acertos e os equívocos apontados que levaram ao estado de iniquidade, de agressão contra a natureza, de prepotência e de arrogância que se notam entre grupos e agremiações, comunidades, nações e mesmo blocos de países. Esses acertos e equívocos devem ser expostos e conhecidos por todos. As barreiras construídas pelas histórias nacionais, justamente para encobrir os equívocos e destacar os acertos, são o primeiro obstáculo a ser superado.

Experiências sendo conduzidas devem ser compartilhadas, bem como propostas de explicações para os incontáveis fatos e fenômenos que ainda desafiam o conhecimento. As novas possibilidades para um mundo feliz só se concretizarão como resultado de um esforço coletivo. O que sabemos é apenas uma fração do que está para ser descoberto¹⁷.

Exemplos de que esse esforço coletivo é possível são o Projeto Genoma Humano, a Estação Espacial Internacional e a Internet. Usei justamente esses exemplos, pois neles estão focalizadas as críticas e os temores da era da globalização.

O Projeto Genoma Humano é apontado como abrindo caminho para manipulações genéticas e uma possível "depuração" racial. Sem dúvida trará nova conceituação de raça e de etnia, com profundas implicações sociais. Mas isso não representa algo intrínseco ao projeto, mas sim o seu mau uso que pode ser controlado com o controle universal do mesmo. Depurações raciais, até o genocídio, têm sido frequentes na história e sempre associadas à divisão da humanidade em famílias, raças e crenças, línguas, nações.

Da mesma maneira, a Estação Espacial Internacional é vista como uma grande base militar. Mas se todos estiverem igualmente envolvidos, essa base estará dirigida contra quem? A

¹⁷ Uma universidade moderna necessitaria incluir reflexões sobre cenários do futuro. Uma disciplina ou seminário deveria ser focalizado em reflexões sobre o futuro, como aquelas, por exemplo, do livro de John **Maddox**: *What Remains to Be Discovered. Mapping of the Secrets of the Universe, the Origins of Life, and the Future of the Human Race*, Free Press, NY, 1998.

Estação Espacial possibilitará a criação de laboratórios conduzindo importantes experimentos sobre saúde e utilização de materiais na indústria.

Argumenta-se que a Internet será controlada por grandes grupos, possibilitando restrições à informação e à comunicação. Particularmente no que se refere à informação e à comunicação, o problema não está nos meios, mas na estrutura de poder vigente. Não eram os manuscritos medievais acessíveis apenas aos monges? Após **Gutenberg**, livros ficaram disponíveis ao público. Ler tornou-se uma necessidade para acesso ao conhecimento. Pouco depois, surgiu o controle, o *Index*. Mas a facilidade da imprensa abriu possibilidades de uma imprensa clandestina. A censura ampliou-se, mas foi ineficaz. Hoje, a censura à imprensa está abolida.

Com a comunicação, passou-se algo semelhante. Silenciar o insubmisso sempre foi a arma mais eficaz do poder. Para silenciar as heresias e a agitação revolucionária de Giordano **Bruno** e de Tupac **Amaru** foi necessário cortar suas línguas antes de matá-los. É importante notar que no caso de Tupac **Amaru**, a rebelião comandada por ele teve fortes bases culturais. A religião havia sido mais facilmente absorvida que a língua. E o comportamento revolucionário mostra uma grande influência da escolaridade que havia sido imposta pelos espanhóis, sobretudo a uniformidade da língua como um fator de cooptação do conquistado. Uma das medidas importantes da rebelião foi proibir o uso do espanhol¹⁸.

Não se pode deixar de lembrar que, na Espanha franquista, falar catalão era proibido, podendo levar à prisão e até ao fuzilamento. A Voz da América atravessou a Cortina de Ferro e a Rosa de Tóquio teve mais sucesso que a infantaria japonesa na 2ª Guerra Mundial. A TV pirata derrubou o monopólio estatal na Europa. As rádios piratas e grampos telefônicos são impossíveis de serem controladas e têm causado uma transparência sem precedentes nas conversações. Personagens públicas são expostas ao público. Logo estaremos vendo a ação dos *hackers* desnudando a privacidade de cada indivíduo. A linguagem se torna aberta.

O que é, afinal, a linguagem? Quais as relações entre linguagem, cognição e desenvolvimento das artes e técnicas na evolução da espécie? Sabemos muito pouco. É importante dispormos de algumas hipóteses sobre como isso se dá para podermos tirar todo o benefício que os novos meios nos oferecem. Quais as grandes transformações que esses novos meios trarão ao processo cognitivo?¹⁹

¹⁸ Archivo General de las Indias, Cuzco leg. 33, *apud* Alberto Flores **Galindo**, "Tupac Amaru y la sublevación de 1780", *Tupac Amaru II – 1780*, ed. Alberto Flores Galindo, Retablo de Papel Ediciones, Lima, 1976; p. 307.

¹⁹ Uma excelente síntese foi feita por Constance **Holden**: No Last Word on Language Origins, *Science*, vol. 282, 20 November 1998; pp. 1455-1458.

As tentativas de controle dos meios de comunicação e da Internet, semelhantemente ao que se passou com a comunicação oral e escrita, são impossíveis de serem mantidas. As primeiras tentativas de controle podem ter sucesso, mas serão rapidamente contornadas.

Isso vai dar à educação, em particular à universidade, um caráter de universalidade sem precedentes, que afetará profundamente o relacionamento aluno/escola e a participação do professor no processo.

A universidade não será transformada por alguma mudança de legislação. Tentará resistir às mudanças e preservar seu estilo e seu lugar privilegiado na sociedade. Mas aquelas que forem incapazes de entrar no futuro — que é, como todo futuro, desconhecido — serão colhidas pelo processo de exclusão. Ao mesmo tempo que as universidades vão encontrando dificuldades na sua operação cotidiana, vê-se um florescimento das chamadas universidades alternativas²⁰.

A própria universidade convencional deve buscar novos caminhos. A proposta de Michael S. **Gazzaniga**, do Center for Cognitive Neuroscience do Dartmouth College em New Hampshire, é radical²¹. Abandonar a organização departamental e reestruturar a universidade de acordo com interesses dos seus pesquisadores, em torno de laboratórios e núcleos temáticos. Isso permitirá o surgimento de novas áreas interdisciplinares, um primeiro passo em direção à transdisciplinaridade.

A reação à proposta de **Gazzaniga** foi imediata. Em uma carta aos editores, William E. Cooper, Reitor da Universidade de Richmond, Virginia, discorda das proposta de **Gazzaniga**, usando como principal argumento a expectativa dos estudantes no que se refere a graus acadêmicos, diplomas, certificação profissional²². Encarar a transformação da universidade sob esse ponto de vista é o maior empecilho para inovação. Conduz à mesmice. Gradualmente, diplomas e certificações vão perdendo o sentido. Já no século passado, o grande José **Martí** disse "Como se tira uma roupa e se coloca outra, é necessário colocar de lado a universidade antiga e adotar outra nova."

²⁰ É de grande importância no Brasil a Universidade Holística Internacional/UNIPAZ, iniciada em Brasília em 1987 e com campi por inúmeras regiões do país. Destacam-se também a Universidade da Paz, na Costa Rica, e a Universidade das Nações Unidas, com sede em Tokyo. Deve-se mencionar as universidades virtuais. Menciono em particular a UVLA:Universidade Virtual Latinamericana, que pode ser acessada em <http://www ldc lu se/latinam/uvla/uvla1.htm>.

²¹ Ver o editorial provocativo de Michael S. **Gazzaniga**: How to Change the University, *Science*, vol. 282, 9 October 1998, p. 237.

²² Letters, *Science*, vol. 282, 6 November 1998, p. 1047.

Tive oportunidade de participar de alguns programas universitários na linha sugerida por **Gazzaniga**. Enquanto lecionava na State University of New York at Buffalo, associei-me a uma experiência muito interessante, quando, em 1968, foram criados alguns "colleges" organizados em torno de temas. Também, de 1975 a 1982, coordenei, na UNICAMP, o Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, mediante convênio entre a OEA e o MEC²³. Esse programa adotou um esquema muito semelhante ao proposto por **Gazzaniga**.

Em 1982 foram criados, na UNICAMP, os núcleos interdisciplinares. Essa também foi uma experiência notável que, a partir de uma organização pouco definida, foi se estruturando com um novo espírito acadêmico.

É evidente que essas experiências ferem interesses estabelecidos. Na percepção de **Gazzaniga**, "seria possível administrar o problema de lidar com os *prima donna* [do mundo acadêmico] e defensores do *status quo* e compensaria o esforço".

Seria importante destacar alguns pressupostos preliminares para repensar a universidade nessa linha de ideias:

Ao ingressar na universidade, o aluno deve ter oportunidade de conhecer todos os docentes e saber quais suas áreas de pesquisa. Ao fim de um ou dois semestres, dependendo do tamanho da universidade, ele deverá estar em condições de se agregar a um laboratório ou núcleo de pesquisa.

Todo professor universitário deve ser um pesquisador, sempre professando pensamento novo. E, junto com seus alunos, ir construindo mais conhecimento. Sendo mais experiente, tendo mais conhecimento, o professor será o líder natural de novos projetos que respondem aos interesses dos docentes e dos alunos.

Professor universitário que é mero transmissor de conhecimento congelado em livros, vídeos e discos é uma espécie em extinção. Esse professor será substituído, com vantagens, por tecnologia.

Naturalmente, o número de aulas de conhecimento congelado deve ser reduzido drasticamente. A proposta é:

Disciplinas muito gerais para todos: História das Ideias, Arte e Literatura, Ciências do Homem, Ciências Naturais e Ciências Sociais, Tecnologia. Uma leitura dos clássicos e de excelentes tratados modernos, além de vídeos e CD-Roms sobre esses temas seria a bibliografia recomendada.

²³ *Ensino de Ciências e Matemática na América Latina*, org. Ubiratan **D'Ambrosio**, Editora da UNICAMP/Editora Papirus, Campinas, 1988.

Poucas horas de aulas/conferências de síntese por semana, nas quais o docente orienta o aluno para leituras, vídeos e CD-Roms e sítios da Internet. A utilização de boas enciclopédias deve ser estimulada. Difícil pensar em alunos da universidade que não saibam ler, que não sejam capazes de acessar um vídeo ou não tenham acesso a um computador. A função do professor é, além dessa orientação, coordenar e estimular uma análise crítica do que foi lido, visto ou acessado.

Muitas horas de permanência no laboratório ou grupo de estudos ao qual ele está associado.

Essas propostas de renovação encontram resistência, como já exemplifiquei acima. Os argumentos sempre se baseiam no fato de a universidade dever oferecer aos jovens programas que oferecem diplomas para o exercício das profissões tradicionais. O fato é que, como já foi dito acima, essas profissões não têm mercado de trabalho e os diplomas estão se tornando pouco importantes. E os alunos estão se desinteressando dos cursos mais tradicionais das universidades.

Não há dúvida que a expectativa de uma profissão está presente em todos os indivíduos que procuram uma escola. Num estudo preparado para um simpósio sobre "Educação para a Cidadania no século 21", um grupo de especialistas alerta para esse fato: "Os estudantes esperam que sua educação tenha alguma influência na sua habilidade de conseguir bons empregos bem como na satisfação de sua curiosidade intelectual. Porém, a força de trabalho no século 21 deverá ser preparada diferentemente da força de trabalho do século 20."²⁴

A situação se torna alarmante em alguns casos. Na Inglaterra, há falta de professores de matemática e de ciências no ensino médio, apesar dos salários e acesso na carreira serem atrativos. Igualmente atrativas são as oportunidades para matemáticos nas indústrias. No entanto, em 1998, em todo o país, apenas 700 estudantes optaram pelos cursos de matemática e 1.700 pelos cursos de ciências. Isso dá um déficit de cerca de 50% das necessidades do país nessas áreas. Por que essa situação? Lá como cá, os cursos são obsoletos, desinteressantes e até certo ponto inúteis. Os alunos não se sentem atraídos.

Num futuro próximo, as oportunidades de emprego não dependerão de diplomas, embora mais e mais uma formação universitária será exigida. Aqueles diplomados que tiverem cursos amplos, com uma formação geral, terão melhores oportunidades profissionais que os portadores de diplomas das áreas de conhecimento tradicionais.

Como aconteceu em outros tempos, a universidade é o espaço privilegiado para esse novo pensar.

²⁴ *Science, Mathematics, Engineering, and Science Education for the 21st Century*, Final Report (NSF 94-67 new), National Science Foundation, Washington, DC, July 1992; p. xiv.

Ao mesmo tempo, paradoxalmente e como foi em outros tempos, a universidade tem sido o baluarte de resistência ao novo pensar. Mas se o novo pensar não encontrasse essa resistência não seria mais que uma ilusão de ser novo.

Conclusão

Essas ideias surgiram como resultado da esperança que poder, prepotência, ganância, inveja, avareza, arrogância, violência, indiferença e outras tantas mazelas deixem de ser na humanidade do futuro.

Por que essa preocupação com a humanidade do futuro? Porque me sinto continuado no futuro. A comemoração do nascimento de filhos e netos é um ato de amor, e implica esperar que eles tenham filhos e netos, e que esses também tenham filhos e netos e assim, continuando a espécie estamos transcendendo nossa existência. Nessa comemoração, está implícita a esperança que eles serão felizes²⁵. De outra maneira, essas comemorações seriam um ato de falsidade e desamor²⁶.

Se eu comemoro o futuro, é porque acredito que há esperança e possibilidades de algo melhor no futuro. Ao ver um caminho para essas possibilidades, é autêntico que eu veja vantagens em percorrer esse caminho.

Se meu amor vai além dos "meus", da minha tribo, da minha comunidade e atinge a humanidade como um todo, é coerente falar desse caminho e mostrá-lo a todos. Se eu propusesse, mesmo vendo desvantagens, minha autenticidade e minha coerência desmoronariam. Portanto, só vejo vantagens e nenhuma desvantagem em escolher esse caminho.

Chegaremos lá? A resposta está no futuro. Mas que podemos saber do futuro?

Numa obra de fundamental importância o Padre Antônio **Vieira** (1608-97) nos faz uma *História do Futuro*. Ele inicia o livro dizendo:

"Nenhuma coisa se pode prometer à natureza humana mais conforme a seu maior apetite, nem mais superior a toda sua capacidade, que a notícia dos tempos e sucessos futuros. O

²⁵ Muitos dizem que a humanidade feliz, sem as mazelas apontadas, é utopia, Não acredito. Mas que seja utopia. É possível ser humano sem utopias?

²⁶ Isso é bem ilustrado pela decisão de algumas tribos indígenas de não mais procriar, de praticar uma forma de suicídio da tribo. Esse é um ato de amor. Como foi ato de amor o evento de Masada, na Judéia, no século I.

homem, filho do tempo, reparte com o mesmo tempo ou o seu saber ou a sua ignorância; do presente sabe pouco, do passado, menos, e do futuro, nada."²⁷

Ele teve seu livro proibido pelos tribunais da Inquisição, sob acusação de milenarismo. O milenarismo nos fala dos sinais de aproximação de uma era de felicidade, precedida de uma era catastrófica. Por razões óbvias, associou-se milenarismo com a passagem do milênio (1.000 anos).

O pensamento milenarista é baseado nas tradições bíblicas e incorporado ao pensamento apocalíptico e vê uma grande catástrofe como o catalisador da entrada numa era milenária (eterna) de ascensão e felicidade para os homens reconduzidos à sua condição angélica, perdida depois de Adão. O Abade Joaquim de **Flora** (século XII) propõe uma concepção trinitária da história: a era do Pai (Antigo Testamento), do Filho (Novo Testamento) e do Espírito Santo (espiritualidade). E após isso, no Fim dos Tempos, entra-se no *Millenium*.

Os homens podem saber da aproximação do *Millenium* por meio de sinais que alguns podem reconhecer. Alguns jesuítas, como o Padre Manuel da **Nóbrega**, o Padre José de **Anchieta** e, depois, o Padre António **Vieira**, missionários no Brasil, viram os indígenas, em estado de pureza e não de selvajaria, preservados da corrupção da paixão política e da ambição do ouro, como os depositários de um projeto de realização do *Millenium*.

O que podemos saber do futuro? Quais as nossas possibilidades de influenciar o futuro? Só poderemos falar em futuro se entrarmos no futuro hoje. A ideia de futuro se esvazia quando se espera o futuro para só então entrar no futuro. Desse modo, estaríamos sempre vivendo no ontem. E o caminho que produziu as mazelas que, hoje, nos afligem, destacadas no início deste trabalho, com certeza, não é o caminho que vai conduzir a um futuro onde não estejam presentes arrogância, inveja, prepotência e a destruição do nosso planeta.

Qual é o novo caminho?

*"Caminante, no hay camino,
se hace el camino al andar"*

Antonio **Machado**

Sugestões de leitura

Além das referências no texto, as obras relacionadas a seguir tem muita relação com a temática deste trabalho.

²⁷ Padre António **Vieira**, *Obras Escolhidas*, vol. VIII, *História do Futuro (I)*, Prefácios e Notas de António **Sérgio** e Hernâni **Trindade**, Livraria Sá da Costa Editora, Lisboa, 1953; p.1.

David **Adams** (editor):

The Seville Statement on Violence. Preparing the Ground for the Construction of Peace, UNESCO, Paris, 1991.

Ubiratan **D'Ambrosio**:

Educação para uma Sociedade em Transição, Papirus Editora, Campinas, 1999.

Ubiratan **D'Ambrosio**:

Etnomatemática. Arte e técnica de conhecer e explicar. Editora Ática, São Paulo, 1990.

Ubiratan **D'Ambrosio**:

Globalização e Multiculturalismo, Coleção Fio do Mestrado n° 11, Editora da FURB, Blumenau, 1996.

Ubiratan **D'Ambrosio**:

A Era da Consciência, Editora Fundação Peirópolis, São Paulo, 1997.

Francisco **di Biasi**:

O Homem Holístico, Editora Vozes, São Paulo, 1995.

Marcelo **Gleiser**:

A Dança do Universo. Dos Mitos de Criação ao Big-Bang, Companhia das Letras, São Paulo, 1997.

Al **Gore**:

Terra em Balanço, Editora Augustus, São Paulo, 1994.

George G. **Simpson**:

A Descronização de Sam Magruder, Editora Fundação Peirópolis, São Paulo, 1997.

Pierre **Weil**, Ubiratan **D'Ambrosio** e Roberto **Crema**:

Rumo a uma Nova Transdisciplinaridade. Sistemas Abertos de Conhecimento, Summus Editorial, São Paulo, 1993.

Diversos números da revista **THOT**:

Uma Publicação Transdisciplinar da Associação Palas Athena, São Paulo.



Universidades, Transdisciplinaridade e experiência humana

THOT 73

Ubiratan D'Ambrosio é matemático, Professor Emérito da UNICAMP (São Paulo) e consultor da UNESCO e da Organização dos Estados Americanos (OEA).

AO LEITOR

Este artigo conduz uma mensagem de esperança em relação ao futuro da humanidade. Pago ônus de ser franco no conteúdo — amor é do que precisamos — e didático no estilo: todo indivíduo, do simplório ao intelectual sofisticado, tem a responsabilidade e os meios para alcançar a transcendência.

O PAPEL DAS UNIVERSIDADES NA SOCIEDADE MODERNA

"Estamos aqui para nos aconselharmos mutuamente. Devemos construir pontes espirituais e científicas que liguem as nações do mundo."

Albert Einstein

A educação é uma estratégia desenvolvida pelo ser humano com duplo objetivo: estimular a vida em sociedade e acentuar a criatividade. Esse propósito tem sido alcançado por meio da transmissão do conhecimento acumulado pelas gerações anteriores e pela vivência de experiências desafiadoras. Ao longo da história, em todos os níveis educacionais e em todas as sociedades, percebem-se essas duas grandes metas. É claro que as características de cada sociedade determinam o estilo de educação adotado. Os sistemas de conhecimento predominantes determinam as práticas educacionais. Um grande número de estudos de caso ilustra isso.¹

Estamos passando por grandes mudanças sociais. Os novos recursos de transporte, comunicações e coleta, estocagem e processamento de informações trouxeram novas

¹ A educação tribal é um exemplo.

dimensões à tecnologia, desde a aurora da ciência moderna. Produziram reflexos evidentes nas características da moderna civilização, especialmente na vida urbana, nos modelos de propriedade, na produção e na economia². Em consequência, novas percepções de equidade, segurança, reconhecimento e recompensa foram geradas e universalizadas nos tempos modernos.

A partir da postura colonial vigente na origem desses conceitos, movemo-nos a passos rápidos para ver a humanidade como uma totalidade e para o reconhecimento de uma raça humana, da qual a Terra é o lar. Buscamos nossa identidade como indivíduos que pertencem a uma espécie cujas muitas especificidades a diferenciam de todas as demais e que habita um planeta que faz parte de um processo cósmico. Os indicadores dessas novas percepções são numerosos³. A educação moderna terá, necessariamente, de refleti-las. As universidades, em particular, estão fora de rumo em relação a essas mudanças recentes. Instituições universitárias criadas no modelo tradicional das colônias, e em nações cuja independência é recente, constituem indicadores dessa inadequação⁴.

Estamos em busca de novos modelos. Essa situação tem sido comum em qualquer estágio da humanidade em que surgiram novas formas de conhecimento⁵. Hoje, o caráter universal dos sistemas educacionais, a incorporação das tradições aos círculos individuais em todo o mundo, e a emergência de novas formas de produção, exigem uma nova organização desses locais de produção e transmissão de conhecimento. É claro que o conceito de conhecimento é essencial a qualquer proposta nessa direção. As considerações que se seguem refletem a abordagem transdisciplinar aplicada à compreensão de nós mesmos e do nosso lugar no cosmos.

TRANSDISCIPLINARIDADE

"Os mortos e os não-mortos são duas grandes divisões da sociedade primitiva, que parece quase apoiar-se mutuamente na relação dos explorados com as classes exploradoras (...) A imortalidade dos mortos é uma fantástica realidade."

Christopher Caldwell

² Ver a importância da urbanização no Novo Mundo, no estudo de José Sala **Catalá**: *Ciencia y técnica en la metropolización de América*, Theatrum Machinae, Madrid, 1994. Nessa obra, o autor mostra que vida urbana é o principal suporte do conhecimento científico e tecnológico.

³ Entre esses, menciono a crescente abolição de necessidade de vistos e facilidades de residência, a proliferação de religiões catastrofistas, o uso de substitutos para as moedas locais, os jornais internacionais, os automóveis mundiais, os *softwares* padronizados e os currículos internacionais.

⁴ Ver meu estudo sobre o papel das universidades no desenvolvimento: *Knowledge transfer and the universities: a policy dilemma*, Integrated Technology Transfer, ed. Jacques Richardson, Lomond Books, Mont Lairy, 1979, pp. 37-43.

⁵ Podemos entender assim as academias gregas, os mosteiros e as universidades medievais, a universidade moderna e as universidades subsidiadas pelo governo.

É importante reconhecer a necessidade de apoio intelectual ao nosso comportamento que seja o resultado de uma diversidade de pontos de vista. Num momento de intensos e disseminados indicadores de nacionalismos e fundamentalismos nas relações humanas, torna-se necessária uma visão planetária⁶.

Como chegamos a este ponto? Podemos tentar algumas considerações etimológicas. Nas principais línguas indo-europeias, a palavra "vida" tem duas raízes. Uma remonta ao latim (*vie, vita, vida*) e tem o significado do comportamento que, no século 11, foi identificado com um complexo sistema de evolução a partir de dois *status*, a vida e a morte. A outra concepção vem de *leip*, que tem a ver com o funcionamento do corpo (fígado, gordura). Em ambos há um senso da dinâmica da continuidade do indivíduo e da espécie — a sobrevivência. A busca de alimento e os mecanismos de reprodução estão impressos no código genético.

A ciência moderna e a tecnologia criaram quase tudo, menos a vida, com sua esplendorosa complexidade e reprodução — a continuidade não apenas do indivíduo, mas também do processo vital, no sentido mais amplo da expressão. A partir desses impulsos, intrínsecos ao ser vivo, nascem os comportamentos altruístico e ecológico que garantem a vida. Como todo vivente, o *Homo sapiens sapiens* é orientado para a sobrevivência do indivíduo e da espécie. Esse impulso permeia toda a nossa existência.

Entretanto, por sermos únicos entre as espécies, somos dotados também de um senso de temporalidade: almejamos transcender nossa existência e viajar para antes do nascimento e para depois da morte, levados pela consciência e pela vontade. Estas estão presentes nas manifestações mais precoces do comportamento humano. Nossa busca do passado e do futuro levou-nos aos cultos e à espiritualidade — sob a forma de tradições e religiões — e às profecias, manifestadas nas artes e ciências. O conhecimento significa a capacidade adquirida de sobreviver e transcender.

Sob esse duplo impulso — para a *sobrevivência* e para a *transcendência* —, o comportamento humano tem evoluído na direção da aquisição do conhecimento. Nessa evolução são perceptíveis algumas distorções. Sua principal particularidade é a contradição com a preservação da vida, na própria essência de seu código: a continuidade por meio do indivíduo e da espécie. Faz parte do processo vital o comportamento altruístico e ecológico que leva à eliminação de indivíduos ou de espécies para que outros possam sobreviver. Na espécie humana, isso se faz sob a orientação da consciência e da vontade. A questão básica que levanto liga-se a esse aspecto, isto é, a eliminação de uns para que os outros possam

⁶ Mesmo em meu país, o Brasil, construído por estrangeiros que aqui chegaram, voluntariamente ou forçados, no século 16, para dominar e impor aos nativos modos alienígenas de explanação, entendimento e modos de lidar com a realidade, há uma tendência crescente para tratar com dureza os "desviantes". Os pretextos para eliminá-los, mesmo por meio da pena de morte, disseminam-se por todo o mundo.

prosseguir. Essa é a mais fundamental das questões relativas à moralidade individual, social e ambiental. Nessa multiplicidade coloca-se a ética.

O QUE SIGNIFICA A ÉTICA?

"O conhecimento do bem e do mal parece ser o objetivo de toda reflexão ética. Nesse conhecimento, o homem não entende a si mesmo na realidade do destino que lhe foi estabelecido em sua origem, mas em suas próprias possibilidades de ser bom ou mau."

Dietrich **Bonhoeffer**

O que significa um comportamento ético? De novo, um exercício etimológico nos mostra que os termos "ética", bem como *ethos* e *ethno*, são inter-relacionados. O reconhecimento do outro torna necessária uma ética. É importante que admitamos em nós mesmos os conflitos com o outro. É preciso admitir como legítima a alteridade do estranho. É fundamental reconhecer o outro nas sociedades e espécies competitivas. Sobrepujar o outro coincide com nossos impulsos para a sobrevivência e para a transcendência. O equilíbrio nessa concorrência é uma questão fundamental. Minhas reflexões são permeadas por esse tema básico.

Tem sido frequente, no comportamento de nossas espécies, a aceitação de que algumas formas de vida têm mais valor do que outras, e que algumas não apenas são inúteis, mas em alguns casos ameaçadoras. Algumas espécies são perigosas — por isso, livremo-nos delas! Na mesma linha, alguns indivíduos de uma certa espécie são menos produtivos, dão-nos menos benefícios do que desejamos — portanto, fora com eles! Alguns nos aborrecem, como pernilongos no meio da noite. É preciso descartá-los, portanto! Esse raciocínio em cascata pode ser trazido para a nossa espécie: alguns indivíduos são menos produtivos e por isso devem ser excluídos. Alguns nos aborrecem e por isso devem ter o mesmo destino. Se usamos inseticidas contra os pernilongos que nos assediam, por que não usar guilhotinas, cadeiras elétricas e, hoje em dia, injeções letais, para eliminar esses desviantes que nos dão tanto trabalho?

Em suma, o comportamento humano tem sido crescentemente dominado pelo sentimento de que um indivíduo pode valer mais a pena do que outros. Essa é a origem do comportamento social e ambiental dos tempos atuais. Não vejo outra forma de fazer, face à conduta social e ambiental do ser humano, senão buscar valores e gerar uma ética apropriada, voltada para o restabelecimento do equilíbrio na concorrência entre a sobrevivência e a transcendência.

O conhecimento científico cresceu e continua crescendo, aparentemente sem limites. Revela-nos a mecânica do Universo e nos dá a capacidade de conhecer os componentes mais elementares da matéria e de tocar e moldar a evolução das formas vivas. Esse mesmo modo de pensar — o conhecimento científico — tem sido usado para convencer os indivíduos de que estão se aproximando da verdade absoluta. Além disso, gaba-se de um tal grau de

precisão e autoconfiança que a mais humilde das pesquisas é substituída pela arrogância da certeza, que inibe a investigação e exalta o dogmatismo. Através da história, a maioria das distorções, na longa busca da humanidade pelo conhecimento, tem resultado da separação entre a ciência e as tradições.

Uma espécie de "neurose filosófica" tenta identificar e realçar contradições entre os conhecimentos tradicional e científico. O atributo de "racional" é reservado a este, de um modo que exclui com desprezo aquele. A responsabilidade ética foi "racionalizada", encerrada em códigos normativos, ou depreciativamente confinada ao domínio dos valores e tradições. O Renascimento consolidou novos modos de pensar, que surgiram nas civilizações antigas da área do Mediterrâneo, desenvolveram-se na Europa e foram impostos ao mundo por meio das grandes navegações.

A "missão civilizatória" do Ocidente, que começou há cerca de 500 anos, resultou em um modelo de sociedade dominado pela ciência e pela tecnologia, com sua consequente ordem econômica, social e política. Modos de produção e divisão do trabalho e novos conceitos de propriedade e riqueza estão intimamente relacionados com a filosofia subjacente, que os tornou possíveis. Na verdade, tudo isso foi proposto para justificar a conquista e a colonização. Nesse empenho, línguas, modos de pensar e trabalhar e maneiras de lidar com a propriedade e a saúde foram impostos através da Terra. A ciência e os valores ligados ao pensamento científico e racional foram frequentemente usados para racionalizar variantes de exploração de seres humanos, no processo de estocagem de suprimentos agrícolas. Os conceitos de humanidade e de uma ética para o homem foram gradualmente removidos desse pensamento.

Esse modo de pensar, dominante desde o século 16, foi responsável por:

- a) interpretação de diferenças entre seres humanos como estágios diversos na evolução das espécies;
- b) explicação de necessidades materiais básicas não-satisfeitas pela falta de empenho ou preguiça, e interpretação da busca da satisfação de necessidades espirituais como falta de racionalidade científica;
- c) interpretação da preservação do patrimônio natural e cultural como obstáculos ao progresso. Com efeito, o progresso é um conceito associado ao novo modelo de pensamento.

Todas essas características do pensamento moderno levaram a uma conduta vil. As ligações são claras:

- a) com a arrogância;
- b) com a indiferença e a desumanidade;
- c) com um comportamento irresponsável.

Trata-se de pecados capitais, que podem causar a destruição de espécies inteiras. Violam a sabedoria natural e constituem a mais séria ameaça à extinção do *Homo sapiens sapiens*. Precisamos restaurar a complementaridade dialética entre teoria e prática. Contudo, caímos com frequência na armadilha da fascinação com o discurso teórico, em prejuízo do reconhecimento da essência da prática. Eis a essência da transdisciplinaridade.

UMA NOVA ÉTICA

"O maior dos erros filosóficos é contar como filósofos apenas os propriamente ditos, quando na verdade todo ser humano molda a sua própria filosofia; e a razão pela qual eles não a proferem ou especificam na linguagem técnica da filosofia aceita, pode ser o sentimento de que sua filosofia permanece mais filosoficamente verdadeira quando não é declarada."

Paul Valéry

A espécie não pode sobreviver sem uma ética que contrabalance as características do pensamento moderno e apele para o simples e primário princípio de preservação da vida e da civilização na Terra. Chamo de ética da preservação aos seguintes princípios:

- a) *respeito* ao outro apesar de todas as diferenças;
- b) *solidariedade* para com o outro, na satisfação de suas necessidades básicas de sobrevivência e transcendência;
- c) *cooperação* com o outro na preservação do patrimônio cultural e natural.

A civilização pode sobreviver sem uma ética planetária?

O COMPORTAMENTO HUMANO COMO AÇÃO

No breve espaço de tempo de sua presença neste planeta, o ser humano está ameaçado de extinção⁷ e, ao mesmo tempo, maravilhado por ver a si próprio como o centro de um processo. Proponho o entendimento do *Homo sapiens sapiens* como uma criatura em busca da sabedoria e do sublime.

O comportamento e a vida dos seres humanos são inseparáveis. A vida é a ação realizada pelo indivíduo na realidade e com ela. Trata-se de uma prática orientada por uma estratégia projetada por ele próprio como resultado de sua vontade, depois de ter processado informações vindas do mundo real. Entendo a realidade segundo a proposta de Basarab Nicolescu: "Uma realidade de interação ou de participação"⁸.

⁷ Embora não queira ser catastrofista, não posso deixar de reconhecer os perigos que a natureza enfrenta — a humanidade em especial.

⁸ Basarab Nicolescu, *La science, le sens et l'évolution. Essai sur Jakob Boehme*, Éditions du Félin, Paris, 1988, p. 127.

A vontade, somada ao processamento da informação, constitui a essência do comportamento livre e inteligente, que caracteriza nossa espécie e define nossa existência. Um indivíduo existe na medida em que reage a impulsos (informação) vindos da realidade e, de modo voluntário, processa-os e define suas estratégias de ação. A dinâmica do processo

... realidade - indivíduo - ação - realidade - indivíduo ...

é a mesma da vida. Todos nós, como seres vivos, estamos sujeitos a ela⁹. Graças a isso, somos responsáveis pela modificação da realidade. Até que ponto? Até o limite da nossa sanidade mental.¹⁰

A ação se manifesta de várias formas. Há, por exemplo, a que leva à sobrevivência e à satisfação das necessidades comuns a todos os seres vivos. E há a que conduz à satisfação das necessidades — caracteristicamente humanas — de explicação, entendimento e criação. Em outras palavras, o homem age para transcender sua própria existência e projetar a si mesmo no passado e no futuro.

Ao refletir sobre o comportamento das espécies vivas, percebemos que existe uma sabedoria natural, que pode ser vista de dois modos: a) segundo leis que determinam um comportamento rigoroso, previsível e matematicamente preciso. Essa é a proposta dos antigos paradigmas; b) pela perspectiva da complexidade, que desafia suposições básicas de causa e efeito. Devemos reconhecer que a abordagem complexa ainda é inacessível ao nosso modo atual de entendimento do mundo.

A crença na primeira hipótese levou ao sucesso da abordagem reducionista. Se nos aprofundarmos no exame desse fenômeno, veremos que o campo de interesses se estreita cada vez mais, sob preceitos metodológicos específicos e limitados. Para evitar isso — e diante de nossa necessidade de buscar explicações globais —, apelamos para as abordagens multidisciplinares e interdisciplinares. Mas estas não são mais do que incursões recorrentes no desconhecido, com os mesmos (ou similares) instrumentos metodológicos, que desviam o foco para outras questões.

Não teremos sucesso em nossa busca de explicação se permanecermos no plano dos métodos clássicos da ciência e nos concentrarmos nas funções e em seus domínios e contradomínios — em outros termos, se restringirmos nossa análise ao binômio causa-efeito. Precisamos ir mais além, investigar as próprias categorias de análise e compreender as relações entre os objetos e suas dependências dentro de várias categorias. Trata-se de uma abordagem semelhante à que vem sendo chamada de análise functorial pelos matemáticos. Nossa proposta contempla uma análise da dinâmica da totalidade do processo.

⁹ Ver Ubiratan **D'Ambrosio**, *Da realidade à ação* (3ª edição), Summus Editorial, São Paulo, 1995.

¹⁰ **Nota dos editores:** “Insano é alguém que se conforma inteiramente com a realidade, ou, por outro lado, que não aceita as suas próprias limitações” é uma nota feita pelo autor sem a respectiva numeração no texto. A atribuição da relação entre texto e esta nota é uma suposição dos editores.

Os indivíduos, as sociedades e a natureza se inter-relacionam segundo estratégias de sobrevivência. Deixamos em aberto a explicação dessas estratégias, seja por meio das leis precisas pelas quais a sociobiologia tenta entendê-las, seja por intermédio de um comportamento caótico ou sinérgico. O fato é que a sobrevivência é inerente às espécies vivas e o equilíbrio se mantém. Ocorrem modificações, quando eventualmente as espécies mudam.

Relações tais como o acasalamento e os arranjos societários são bem conhecidas entre indivíduos da mesma espécie, e as ações coletivas obedecem a modelos comportamentais ditados pela estrutura genética. Ao mesmo tempo, os indivíduos devem interagir com o seu ambiente e com as outras espécies, por meio da ação sobre a natureza em que estão imersos — mas como parte constituinte dela e não como meros predadores. Tais condutas são reguladas pelos princípios da psicologia animal, da sociobiologia e da ecologia.

DA SOBREVIVÊNCIA À TRANSCENDÊNCIA

Na abordagem disciplinar (ou, na melhor das hipóteses, interdisciplinar), domínios cognitivos como fisiologia, sociobiologia e biologia aproximam-se, formando um triângulo. No entanto, a visão global pede uma abordagem transdisciplinar. Esta leva à metáfora geométrica, na qual vemos o triângulo como a essência do fenômeno da vida. A quebra desse triângulo em cada um de seus lados levaria ao fim da vida no planeta. Por isso, chamo-o de triângulo da sobrevivência. O universo no qual o colocamos é, em nossa imagem metafórica, a realidade total e plana. Como no romance de Abbott¹¹, investigaremos as três dimensões mais altas, onde encontraremos o *Omni*.

Na longa história do cosmos — que representa a realidade em seu todo — a vida surge relativamente tarde e apenas em uma parte diminuta. Desde então ela tem se manifestado por meio de uma multiplicidade de fenômenos. Outras formas de vida, em diferentes universos, poderiam provavelmente suscitar diferentes metáforas geométricas. Dificilmente seria possível conceber os mesmos princípios de fisiologia, sociobiologia e ecologia em relação a um possível equivalente extraterrestre de vida.

Nessa realidade metaforicamente plana surgiram, por criação ou evolução, os hominídeos, há cerca de 4,5 milhões de anos. Do *Australopithecus* ao *Homo sapiens*, e finalmente até a nossa própria espécie, outro triângulo se superpôs ao da sobrevivência, que entretanto continua a ser a essência do fenômeno a vida.

Quando o *Homo sapiens* surgiu, os instrumentos, as ferramentas e as técnicas desempenharam um importante papel nessas composições. As relações da nova espécie com a realidade natural — na qual ela estava imersa como parte e não como mero observador — não podem escapar ao modelo do triângulo de sobrevivência. Essa nova espécie apresentou

¹¹ Edwin A. **Abbott**, *Flatland: a romance of many dimensions*. New American Library, Nova York, 1984.

outras características: um desenvolvimento especial do pescoço ou da cabeça, manifestado principalmente por uma disposição especial do ouvido interno, que possibilitou a posição ereta e permitiu um senso de observação mais agudo. Ou a diferenciação da parte superior da traqueia, que permitiu uma forma diferente de lidar com os sons, o que possibilitou um modo muito sofisticado de comunicação.

Essas peculiaridades, combinadas com o crescimento diferenciado do córtex cerebral, permitiram que a espécie tivesse um controle muito melhor do corpo, e também a capacidade de receber grandes quantidades de informações e processá-las por meio de uma memória enormemente desenvolvida. Somou-se a isso o desenvolvimento de uma forma criativa de comunicação — a linguagem — e o aparecimento de um senso de passado e futuro. Tais características, e o impulso para a sobrevivência, tornaram-se subordinados à inteligência e à vontade. Eis o *Homo sapiens sapiens*.

Essas peculiaridades superimpuseram ao triângulo da vida um outro, o triângulo da transcendência, responsável por novas intermediações entre os indivíduos, a natureza e as sociedades. Cada membro dessa nova espécie — o *Homo sapiens sapiens* —, que pode chamar a si mesmo de homem¹², está, como qualquer ser vivo, em constante luta pela sobrevivência. Nesse processo, o ser humano desenvolve mediadores entre ele próprio, seus pares e a natureza: são os instrumentos, ferramentas, equipamentos, as técnicas e a comunicação. Alguns deles, com efeito, desfiguram o mundo natural¹³. Além do aglomerado de fatos naturais, a natureza agora exhibe fatos novos, artefatos e mentefatos, produzidos pelos humanos. A realidade é assim modificada e ampliada.

Por meio dos sentidos — que ainda são pouco conhecidos e controlados pelo homem — os artefatos informam outros indivíduos, enquanto os mentefatos informam aquele que os produz. Nossos sentidos são vistos como capazes de reconhecer aquilo que se pode explicar como material. As vibrações, a luz, o som, as ondas ou partículas, são capazes de produzir sensações. As altas frequências, porém, não são percebidas pelos sentidos humanos, mas o são pelo sentidos de outros animais¹⁴.

¹² Poderia optar por "mulher" ou "criança" nesse momento, ou usar sempre "homem/mulher" ou "ele/ela", como faz a maioria dos autores. Não estou convencido de que esse artifício tenha algum efeito sobre os homens ou mulheres da espécie humana, a não ser o de exteriorizar, ou algumas vezes disfarçar, uma atitude ou comportamento interior de desprezo. Não hesito, em qualquer lugar e tempo, em expressar meu profundo respeito pelo outro sexo, e minha ativa solidariedade para com a luta das mulheres no sentido de corrigir toda uma história de discriminação e exploração. O respeito e a solidariedade pelo outro vão além do sexo.

¹³ Um certo número de casos de supostas comunicações mentais, à distância e depois da morte, tem sido relatado. Sejam elas fatos ou imposturas, fazem parte do imaginário humano. São explicadas como capacidades extra-sensoriais de certos indivíduos. São semelhantes ao que, há 200 anos, era aceito como explicação para comportamentos esquizóides.

¹⁴ Ver Basarab **Nicolescu**, *op cit*, p. 195.

Cada indivíduo da espécie *Homo sapiens sapiens* é dotado de uma peculiaridade interna, que submete a luta pela sobrevivência individual e pela continuidade da espécie — características de todas as espécies vivas — a si mesmo e á sua vontade. Assim ele desenvolve uma nova capacidade, peculiar à sua espécie, que é o poder de decisão sobre sua conduta. Esse princípio (que é essencial), em diferentes tradições é chamado de espírito, alma, anima, carma etc.

A vontade gera a necessidade de explicar, entender e transcender a própria existência, inferir dos ancestrais e projetar sobre as gerações que virão. Dessa maneira, o ser humano adquire um senso de passado e futuro, o senso do tempo. O impulso de sobrevivência é, assim, associado ao de transcendência. Juntos eles compõem a essencialidade da vida humana. Comer, respirar e procriar assumem agora um outro significado. As pulsões puramente animais de sobrevivência, de alimentar-se e acasalar-se, são agora ligados ao impulso para a transcendência. Alimentar-se e acasalar-se são associados ao prazer e às emoções, mas também permeados por rituais.

A descoberta do outro medeia a relação entre o indivíduo e a sociedade. A busca do outro — um mero mecanismo da espécie, para os demais seres vivos — adquire uma nova dimensão com o homem. A busca e a descoberta do "tu" constituem o primeiro passo para transcendermos a nossa existência. O reconhecimento do "tu" e a busca por um "tu comum" leva naturalmente à criação de mitos e símbolos, tradições e normas, sabedoria e conhecimento. Leva à cultura, no sentido mais amplo da palavra. Os indivíduos se subordinam a essas categorias de conduta, que intermedeiam seus relacionamentos com seus semelhantes. Elas dominam as relações entre os indivíduos e a sociedade, bem como entre as sociedades, a realidade em si mesma. A força orientadora para a sobrevivência das sociedades é assim modificada por fatores que resultam dessas mediações. Alguns exemplos são o trabalho e sua divisão, a propriedade e as estruturas de poder e hierarquia.

Essas novas intermediações constituem a essência do que se tornou conhecido como conhecimento — os *matema*. Essa circunstância transparece na aquisição de habilidades, capacidades, modos de fazer, explicar, entender — formas de lidar com as necessidades diárias de sobrevivência e transcendência. Manifesta-se por meio de distintos modos de comunicação, invenção de diferentes instrumentos, aceitação de diversos modos de autoorganização e divisão do trabalho. Grupos de indivíduos que vivem em uma sociedade, sujeitos a condições naturais específicas, dividem as mesmas especificidades, os mesmos *matema*.

Essas formas de comportamento são incorporadas ao conhecimento comum, que mantém juntos e operacionais grupos de pessoas, comunidades, sociedades. Desse modo a cultura se manifesta em diferentes modos e domínios, que estão obviamente inter-relacionados. São expressões culturais, tais como a linguagem, as práticas matemáticas, os sentimentos religiosos, a estrutura familiar, as roupas e os modelos comportamentais. Estão, é claro,

ligadas à história dos grupos de indivíduos, comunidades e sociedades nas quais se desenvolveram.

É impossível evitar a diversidade das culturas. Uma comunidade maior divide-se sempre em variantes culturais. Cada uma tem sua própria história e responde de modo diferente aos mesmos estímulos. As relações entre as culturas são enriquecedoras e, ao mesmo tempo, desafiadoras. Como se sabe, as diferentes culturas que formam a humanidade são muitas vezes conflitantes. Os conflitos inter e intraculturais são inevitáveis. Conviver com eles é o principal desafio da dinâmica cultural e constitui o objetivo final da civilização.

A ESSÊNCIA DA HUMANIDADE

Discutirei agora o que significa ser humano, isto é, a essência do ser humano. O jogo entre o substantivo e o verbo — "ser" e "ser" — sintetiza essa discussão. A essência da humanidade é alcançada quando os dois estão juntos em relação simbiótica. Isso só pode ocorrer em uma dimensão superior à da realidade material bidimensional.

A estrela que resulta da superposição dos dois triângulos — o da sobrevivência e o da transcendência — é o símbolo da espécie. É o aspecto substantivo do *Homo sapiens sapiens*. A metáfora mostra que ele constitui a essência da espécie humana. Representa a realização, por essa espécie, de suas necessidades essenciais de sobrevivência e transcendência. Essa metáfora geométrica — a *estrela da essencialidade* — é um exemplo do que falei há poucos parágrafos. Tudo isso está imerso em uma realidade material, na qual a transcendência não pode ser satisfeita. Tal realidade é o presente, o momento em que estamos vivendo. Metaforicamente, é o universo bidimensional, o aqui-e-agora.

Um passo adiante, na direção da sabedoria total, pode fazer-nos alcançar outra dimensão. A espécie humana deu esse passo, que a diferenciou de todas as demais espécies vivas, e ele corresponde a um movimento rumo a outra dimensão. Não podemos alcançar o passado nem o futuro, mas somos dirigidos para eles. Tanto um quanto o outro, como comportamentos, ultrapassam a realidade e estão fora da bidimensionalidade do real. Penetrar nessa nova dimensão corresponde à consecução da espiritualidade: é alcançar o carma, a ultrapassagem da materialidade. O impulso que leva a ela é a essência da vontade. Assim, o homem só atinge a sua plenitude — só alcança a humanidade e toma posse de seu *self* — quando essa realidade tridimensional é realçada. Este é o meu conceito de aquisição do *status* total de ser humano.

Alcançar essa realidade tridimensional mais alta está além das capacidades de nossa percepção como espécie. Mas devemos buscá-la. Nosso objetivo, como indivíduos e como espécie, é alcançar a dimensão total de seres humanos. Sondamos o desconhecido e as dimensões mais altas, que são os domínios da onisciência, onipotência e onipresença.

"Porque vê sempre algo cada vez mais maravilhoso, o homem não deixa de olhar e de aprender."

Jakob **Boehme**



Diagnóstico das condições da sala de aula

O educador matemático Jerry P. **Becker** apresentou na Quarta Conferência Internacional sobre Educação Matemática da Universidade de Chicago, Agosto de 1998, um interessante diagnóstico sobre as condições a que estão sujeitos os professores da região sul do estado de Illinois¹.

Os resultados são interessantes e mostram condições de ensino difíceis, ressaltando os principais problemas encontrados pelos professores daquele estado.

Este trabalho é inteiramente baseado no de **Becker**. Não que a situação americana nos sugira análise ou ação na educação brasileira. Nem tampouco tenho uma preocupação com dados comparativos. Mas interessam as categorias de análise utilizadas por **Becker** e acho importante pensarmos em uma análise semelhante para as condições brasileiras. De fato, poder-se-ia propor um estudo nacional baseado nessas categorias de análise.

Neste trabalho vou propor categorias de análise semelhantes às de **Becker**, tecendo alguns comentários sobre o tema. Faz-se necessário uma pesquisa com os professores.

CARGA DIDÁTICA

Becker se refere à carga excessiva dos professores, que em casos extremos pode chegar a sete horas diárias de aula.

Destaca ainda, como carga didática, a correção de trabalhos, responsabilidades extracurriculares e administrativas, muitas delas representando um adicional no salário.

Destaca as frequentes interrupções da aula para chamada, avisos, alunos que são chamados por alguma razão e outras interrupções. Claro, isso perturba o trabalho do professor.

O CONTEÚDO

É muito comum, nos Estados Unidos, professores que têm conhecimento inadequado de matemática, particularmente no que corresponde, na educação brasileira, às seis primeiras séries do 1º grau².

¹ Becker, J.P. (1998) A Report on Inservice Work With U.S. Teachers of Mathematics. Talk given at the Fourth International Conference on Mathematics Education, University of Chicago, August 5-7, 1998.

² **Nota dos editores:** no ano da publicação desta obra, o período escolar mencionado pelo autor corresponde aos seis primeiros anos do Ensino Fundamental.

Aquilo que os professores acreditam que seja a natureza do conhecimento matemático é influenciado pelas experiências, em geral frustrantes, que os professores tiveram com matemática.

É muito comum os professores acreditarem que matemática é difícil e sentirem uma ansiedade com relação ao seu próprio desempenho. Têm medo de entrar na sala de aula e enfrentar a classe.

Esses professores, no seu curso de formação, tiveram de matemática somente disciplinas de conteúdo e um curso de metodologia³.

Resumindo: os professores nunca tiveram oportunidade de fazer, de trabalhar efetivamente com matemática. Sua experiência se restringe a repetir conteúdos que lhes foram expostos.

TECNOLOGIA: CALCULADORAS E COMPUTADORES

É muito comum que os professores tenham receio de utilizar computadores e mesmo calculadoras.

Outras vezes, mesmo estando dispostos a utilizá-los, as máquinas não estão disponíveis ou são de difícil acesso.

O mais comum é que os professores não receberam, na sua formação, qualquer preparação para utilizar tecnologia na sala de aula.

E não tem tempo de se preparar para isso, devido à carga didática excessiva.

PRESSÕES SOBRE O PROFESSOR

Os testes nacionais e locais (tipo "provões") mantêm os professores sob permanente pressão. Os pais, as autoridades e a própria opinião pública tendem a atribuir aos professores a responsabilidade pelo baixo rendimento.

Os professores são pressionados pelas mudanças no sistema e nova legislação, tais como as mudanças dos sistemas de avaliação, sem receberem suficientes instruções sobre os novos sistemas e sem que tenham tempo de assimilá-las.

Também sofrem pressão da falta de orçamento para a compra de material.

Os professores gastam muito tempo, que deveria ser utilizado para ensinar, dando provas e testes e com serviços administrativos.

³ Deve-se mencionar que nos Estados Unidos os professores para esse nível de ensino não são necessariamente Licenciados em Matemática, mas tem uma formação geral. Algo semelhante ao nosso magistério, mas de nível universitário.

ESTUDANTES

Os estudantes levam para a sala de aula as angústias da sociedade moderna. Os professores têm que lidar com problemas externos à escola, tais como:

álcool, drogas, má alimentação (excesso de açúcar e "fast food"), dissolução de famílias, pais divorciados, a angústia de muitas possibilidades nas decisões, importância dada à aparência, popularidade, dinheiro, sexo, violência e falta de respeito, e falta de motivação.

PAIS

Os pais, em geral, não estão envolvidos com a educação dos filhos e não apoiam os professores quando as crianças se envolvem em comportamento agressivo, falta de respeito e outros comportamentos não aceitáveis na escola.

Não acompanham os filhos para desenvolver hábitos de estudo em casa.

A VIDA PROFISSIONAL

Os professores de matemática, por razões diversas, recebem tarefas que não correspondem à sua formação profissional, e assim perdem a sua identificação com a matemática. São solicitados pela administração das escolas a realizar tarefas de natureza burocrática e secretarial.

Devido às tarefas excessivas para casa (correção de provas, preparação de material e tarefas burocráticas), os professores se sentem isolados e têm poucas oportunidades de interação profissional entre eles.

Muitos professores dizem ter tido pouca ou nenhuma experiência em fazer planos de aula.

Muitos professores têm horror a dar aula em frente a seus colegas, embora acreditem que isso pode trazer benefícios para o aprimoramento de sua prática.

Cansaço é um fator dominante entre professores, assim como uma crescente descrença na sua missão. Os professores acreditam que o sistema escolar é resultado de uma conjugação de forças que eles não podem controlar. Em consequência, a criatividade do professor é tolhida. Ele é um repetidor amedrontado.

Apesar disso, há professores ansiosos para se envolver nas reformas educacionais, como currículo, ensino e aprendizagem, e metodologia.

Deve-se mencionar que os professores, apesar de todos os obstáculos, são perseverantes e buscam inovações no currículo e no ensino.

Mas é importante deixar claro que:

1. o trabalho de educadores matemáticos, mestres nos cursos de formação e proponentes de reformas, deve ter lugar na realidade dos professores e das suas escolas;
2. a responsabilidade maior da melhoria do ensino é do professor que está dando aula.

Em última instância, as mudanças curriculares e pedagógicas dependem da transformação de professores em agentes, e não alvos, da reforma.

Constata-se que os professores enfrentam enorme desafio quando solicitados a mudanças no currículo e quando participam de cursos de aperfeiçoamento. Isso significa que muito mais recursos deveriam ser empregados para o desenvolvimento profissional do professor, além de recursos para melhorar os livros, aprimorar a avaliação e criar uma outra imagem da matemática perante o público.

Além disso, deve-se reconhecer que instituir um tempo do professor é um problema que deve ser solucionado se pretendemos ter alguma melhoria na educação matemática. Os professores simplesmente não têm tempo de preparar aulas, interagir e cooperar um com outro, e muito menos de estudar as novas diretrizes curriculares e as mudanças no ensino.



Matemática para uma sociedade em transição

RESUMO¹

Nesta transição de milênio há grandes transformações nas percepções de tempo e espaço, e do próprio fenômeno vida. Os paradigmas estabelecidos durante o século XVIII começam a ser questionados. Entramos num mundo de alta tecnologia. Devemos pensar na educação com metas muito amplas e gerais. Proponho um *trivium* com três vertentes: LITERACIA, MATERACIA, TECNORACIA. A maior parte daquilo que hoje está nos programas de matemática é desinteressante, obsoleta e inútil. A importância e a beleza da matemática não comparecem nas práticas escolares, apenas são mencionadas no discurso com que se procura impor a matemática nos sistemas escolares.

OBSERVAÇÕES SOBRE HISTÓRIA

Iniciamos este trabalho com algumas reflexões sobre passado e futuro, recorrendo a dois grandes pensadores: Padre António **Vieira**, S.J. (1608-1697), teólogo português do século XVII; e David **Hilbert** (1862-1943), alemão, e por muitos considerado o maior matemático da transição do século XIX para o século XX.

"Nenhuma coisa se pode prometer à natureza humana mais conforme a seu maior apetite, nem mais superior a toda sua capacidade, que a notícia dos tempos e sucessos futuros.... O homem, filho do tempo, reparte com o mesmo tempo ou o seu saber ou a sua ignorância; do presente sabe pouco, do passado menos e do futuro nada."

Padre Antônio **Vieira**, *História do Futuro*, 1698.

"A história nos ensina a continuidade do desenvolvimento da ciência. Sabemos que cada era tem seus próprios problemas, os quais a era seguinte ou resolve ou coloca de lado como sem interesse e os substitui por novos problemas."²

David **Hilbert**, 1900.

À medida que se mergulha no passado, a história se reveste de interesses, de imaginação e de fantasia. O discurso sobre o futuro é um desvendar de intenções, de crenças e de utopias.

¹ **Nota dos editores:** resumo adaptado pelos editores.

² *Mathematical Developments Arising from Hilbert Problems*, ed. Felix E. **Browder**, Proceedings of Symposia in Pure Mathematics, vol. 28, American Mathematical Society, Providence, 1976; p. 1.

Ao se fazer história da humanidade, procura-se entender a espécie na busca de sobrevivência e de transcendência.

Na busca da sobrevivência, desenvolveram-se os meios de lidar com o ambiente mais imediato, que fornece o ar, a água, os alimentos, o outro, e tudo o que é necessário para a sobrevivência do indivíduo e da espécie. São as TÉCNICAS e os estilos de COMPORTAMENTO individual e coletivo.

Na busca da transcendência, desenvolveram-se as percepções e o encadeamento de passado, presente e futuro e os meios para explicar fatos e fenômenos. Esses meios são a memória, individual e coletiva, os mitos e as artes divinatórias, que permitem penetrar o futuro. Na memória e nos mitos, estão a HISTÓRIA e as TRADIÇÕES que incluem as RELIGIÕES e os SISTEMAS DE VALORES. Nas artes divinatórias, estão sistemas de explicações como a astrologia, os oráculos, a lógica do *I Ching*, a numerologia e em geral as CIÊNCIAS, através das quais se procura antecipar o que pode acontecer.

MATEMÁTICA

A matemática é parte integrante das buscas de sobrevivência e de transcendência.

Uma questão que se coloca com frequência é "O QUE É MATEMÁTICA?". Estamos nos referindo à matemática escolar e acadêmica. Não entrarei em considerações sobre etnomatemática.

Uma pseudoresposta, muitas vezes citada, diz que "matemática é aquilo que os matemáticos fazem", e é logo acompanhada de uma outra questão: "QUE SÃO MATEMÁTICOS?". Também dá-se uma pseudoresposta ao dizer "matemáticos são aqueles que fazem matemática".

Há uma grande dificuldade em dar uma definição e mesmo identificar matemáticos "profissionais" antes do século XIX. Na transição do século XVIII para o século XIX, dão-se as três grandes revoluções dos tempos modernos: a Revolução Industrial (Máquina a Vapor, 1774); a Revolução Política (Estados Unidos, 1776); e a Revolução Social (França, 1789).

Nos séculos XIX e XX, houve uma consolidação da Matemática Acadêmica no ensino e na pesquisa. Desenvolveram-se ao mesmo tempo novas visões de espaço e de rigor. Uma síntese do estado da arte na transição do século XIX para o século XX foi feita na conferência magna de David **Hilbert** no Congresso Internacional de Matemáticos, em 1900, em Paris, em que ele [enuncia]³ 23 problemas matemáticos que iriam guiar o desenvolvimento da matemática no século XX⁴.

³ **Nota dos editores:** na ausência de um verbo, a utilização de "enunciar" alinha-se com a nota 4.

⁴ A reprodução da conferência de David **Hilbert**, intitulada simplesmente "Mathematical Problems", onde estão enunciados os 23 problemas, e mais uma coleção de artigos discutindo o estado da arte para cada problema, estão no volume mencionado na nota [2].

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Nessa transição de século está muito clara a necessidade de um novo tipo de formação profissional, com a preparação moderna para as novas demandas de trabalho. O papel da matemática nos programas escolares torna-se central.

É importantíssima a reforma proposta pelo matemático Felix *Klein* (1849-1925). No seu livro fundamental *Matemática Elementar de um Ponto de Vista Avançado*, publicado em 1908, **Klein** propõe que:

"A apresentação nas escolas deve ser psicológica e não sistemática. O professor deve ser, por assim dizer, um diplomata. Ele deve levar em conta o processo psíquico do aluno para poder agarrar seu interesse e só terá sucesso se apresentar as coisas numa forma intuitivamente compreensível."

Outras propostas da época merecem ser destacadas, pois pode-se dizer que a disciplina "Educação Matemática" nasce nessa época.

John **Dewey** (1859-1952), no seu livro *Psicologia do Número*, publicado em 1895, manifesta uma reação contra o formalismo, defendendo uma relação não tensa e cooperativa entre aluno e professor e uma integração entre todas as disciplinas.

John **Perry**, na reunião da *British Association*, em Glasgow, em 1901 diz:

"É imensamente importante que ao adotar um método de ensino elementar ele não deve ser prejudicial para um jovem entre mil que gosta de raciocínio abstrato, mas é igualmente importante que os demais não sejam prejudicados."

Em 1902, o americano Eliakim H. **Moore** (1862-1932), um dos nomes mais importantes na história da Topologia, fez uma conferência *Sobre os Fundamentos da Matemática*, na qual diz:

"O programa de reforma inclui um sistema de instrução em matemática e física [integradas] baseadas em um laboratório permanente, cujo principal objetivo é desenvolver ao máximo o verdadeiro espírito de pesquisa, e uma apreciação, tanto prática como teórica, dos métodos fundamentais da ciência."

O casal de matemáticos ingleses, Grace C. **Young** (1868-1944) e William H. **Young** (1879-1932), escreve um livro, em 1904, intitulado *Beginner's Book of Geometry*, baseado em trabalhos manuais, utilizando o concreto para o ensino da geometria abstrata.

O nascimento da Educação Matemática tem seu ponto culminante no Congresso Internacional de Matemáticos de 1908, em Roma, com a criação da Comissão Internacional para o Ensino da Matemática/IMUK, sob a presidência de Felix **Klein**.

A TRANSIÇÃO DE MILÊNIO

Nesta transição de milênio, há grandes transformações nas percepções de tempo e espaço, e do próprio fenômeno vida. Os paradigmas estabelecidos durante o século XVIII, a partir da obra de René **Descartes**, Isaac **Newton** e tantos outros, começam a ser questionados. Entramos num mundo de alta tecnologia, a chamada tecnociência, que exige, para o pleno exercício da cidadania, muito mais que o *trivium* ler, escrever e contar.

A própria natureza da matemática e do fazer matemático muda sensivelmente, como bem reconhece o ilustre matemático Mikhail **Gromov**, do *Institut des Hautes Études Scientifiques*, ao dizer:

"nós matemáticos muitas vezes temos pouca ideia sobre o que está se passando em ciência e engenharia, enquanto os cientistas experimentais e engenheiros muitas vezes não se apercebem das oportunidades oferecidas pelo progresso da matemática pura. Este perigoso desequilíbrio deve ser restaurado trazendo mais ciências para a educação dos matemáticos e expondo os futuros cientistas e engenheiros a matemática central. Isto requer novos currículos e um grande esforço de parte dos matemáticos para trazer as técnicas e ideias matemáticas fundamentais (principalmente aquelas desenvolvidas nas últimas décadas) a uma audiência maior. Necessitamos para isso a criação de uma nova geração de matemáticos profissionais capazes de trafegar entre matemática pura e ciência aplicada. A fertilização cruzada de ideias é crucial para a saúde tanto das ciências quanto da matemática." ⁵

Destaco a frase "principalmente aquelas desenvolvidas nas últimas décadas". Isso inclui Calculadoras e Computadores, Matemática Discreta, Matrizes, Probabilidades e Estatística, Programação Linear e Dinâmica, Pesquisa Operacional, Modelos, Matemática Experimental, Matemática Industrial, Fractais, Fuzzy, Caos.

Neste momento de transição milenar, devemos pensar na educação com metas muito amplas e gerais, que sintetizo a seguir:

META da EDUCAÇÃO: FORMAÇÃO DE UM INDIVÍDUO ÉTICO, CRIATIVO e CRÍTICO, PREPARADO PARA VIVER PARTICIPATIVAMENTE NA SOCIEDADE E CONSCIENTE DE SUA CIDADANIA.

Para atingir essa meta ampla, proponho um *trivium* com três vertentes: LITERACIA, MATERACIA, TECNORACIA ⁶. Esses neologismos sintetizam um novo enfoque ao currículo, visando a parte formativa da prática educacional. Naturalmente, há uma parte informativa,

⁵ Mikhael **Gromov**: "Possible Trends in Mathematics in the Coming Decades", *Notices of the AMS*, vol. 45, n. 7, August 1998; pp. 846-847.

⁶ Essa proposta é discutida no meu livro *Educação para uma Sociedade em Transição*, Papirus Editora, Campinas, 1999.

que deve estar em perfeito entrosamento com a formativa, e que resulta da utilização crítica da imprensa, do rádio, da televisão, da internet e de muitos outros meios. A parte formativa é o que constitui o conteúdo programático, distribuído nas três vertentes: literacia, materacia e tecnoracia. Em linhas gerais, essas vertentes significam:

LITERACIA: é a capacidade de processar informação escrita e falada, o que inclui leitura, escritura, cálculo, diálogo, ecálogo, internet na vida quotidiana [INSTRUMENTOS COMUNICATIVOS].

MATERACIA: é a capacidade de interpretar e analisar sinais e códigos, de propor e utilizar modelos na vida quotidiana, de elaborar abstrações sobre representações do real [INSTRUMENTOS INTELECTUAIS].

TECNORACIA: é a capacidade de usar e combinar instrumentos, simples ou complexos, inclusive o próprio corpo, avaliando suas possibilidades e suas limitações e a sua adequação a necessidades e situações diversas [INSTRUMENTOS MATERIAIS].

Essa proposta de um novo currículo depende de uma nova postura sobre o papel formativo das práticas escolares. Obviamente implica um redimensionamento dos conteúdos atualmente praticados.

Particularmente na matemática, a maior parte daquilo que hoje está nos programas é desinteressante, obsoleta e inútil. Inútil não só por não servir para coisa alguma, mas principalmente por não dar qualquer apoio ao desenvolvimento da criatividade e das capacidades cognitivas. Desafio os educadores matemáticos a justificar a presença da grande maioria dos conteúdos dos programas. Uma mínima revisão histórica mostra a obsolescência dos conteúdos. Na grande maioria são temas e estilos de mais de 200 anos. Não acompanham a dinâmica do mundo atual. E o fato de ser desinteressante está evidente na fala e atitude de alunos e mesmo adultos sobre matemática. A importância e a beleza da matemática não comparecem nas práticas escolares. Apenas são mencionadas no discurso com que se procura impor a matemática nos sistemas escolares.

A proposta do *trivium* literacia, materacia e tecnoracia deve restabelecer à matemática, diluída nas três vertentes, seu caráter de ser interessante, atual e útil.



O papel do museu no processo de divulgação da ciência

RESUMO

Após um breve exame do papel dos museus na preservação e elaboração do conhecimento, discute-se a situação especial dos museus de ciência. Examina-se a seguir as formas variadas de museus, como centros de ciências, parques temáticos e turismo ecológico, e as possibilidades de inovação no ensino de ciências.

PALAVRAS-CHAVE: museus, museus de ciências, ensino de ciência.

The role of Museums in the process of diffusion of science

Abstract: After a brief overview of the role of museums in the preservation and elaboration of knowledge, it is discussed the special situation of science museums. Then it follows an exam of several forms of museums, such as science centers, thematic parks and ecological tourism, and the possibilities of innovation in science education.

KEY WORDS: museums, science museums, science education.

A criação e fundação de novos museus, das mais diversas modalidades, e o número crescente de visitantes, é um fato reconhecido internacionalmente. O conceito popular de museu associado a um depósito de coisas do passado é agora complementado por um conceito de museu dinâmico, onde se vai não só para apreciar, mas para exercer crítica e criar. Os museus de arte, talvez os mais numerosos, exibem um *atelier* onde jovens, adultos e idosos encontram um espaço criativo inspirador. Igualmente populares são os museus históricos e os museus de ciências. Os primeiros, tradicionalmente focalizados no orgulho nacional, hoje são frequentemente focalizados na crítica a uma ordem social e política indesejável e muitas vezes associados à propaganda político-partidária. Os museus de ciências, com uma longa história, são hoje dinâmicos e muitas vezes complementados por parques temáticos. E a grande novidade dos museus virtuais começa a se definir. O número de museus se multiplica, nas suas várias modalidades, e os reflexos de sua presença na sociedade são estudados com crescente intensidade, despertando o interesse de acadêmicos das várias áreas¹.

¹ Um número recente (vol. 128, n. 3, Summer 1999) da prestigiosa revista *Dædalus*, órgão da American Academy of Arts and Sciences, é inteiramente dedicado ao tema "America's Museums".

Como coleções de objetos para deleite e estudo, têm-se notícia de jardins botânicos e zoológicos desde os assírios em 2000 a.C. e no templo de Karnak, no Egito, em 1500 a.C. Mas os museus começam a ter características mais próximas ao que se entende hoje na antiguidade grega. A mitologia grega se refere às Musas, que são filhas de Zeus, como aquelas que desejam instruir e fixar o espírito sobre uma ideia ou uma arte, e o *mouseiôn* é o templo das Musas. Da Antiguidade grega lembramos o *mouseiôn* de Alexandria, mantido pelo Estado, onde estavam reunidos objetos vindos de todas as partes do Império. Uma verdadeira academia, onde filósofos se reuniam e novas ideias floresciam. Curioso lembrar a etimologia de academia: *héka* = distante + *demos* = povo.

No Renascimento, os museus se tornaram gabinetes de curiosidade, onde se podia apreciar objetos raros, antiguidades e desenvolver uma forma de deleite com oportunidades de descobrir e entender um mundo que se tornava global. Geralmente propriedade particular de aristocratas e clérigos, os museus se tornaram uma forma de patronizar² artistas e intelectuais. Tiveram grande expansão no século XVIII, mas, obviamente, não abertos ao povo. Com as revoluções sociais do final do século XVIII, particularmente a Revolução Americana e a Revolução Francesa, os museus iniciaram uma nova fase de se tornarem acessíveis ao povo. A percepção das possibilidades políticas oferecidas pelos museus, sobretudo museus históricos ressaltando valores nacionais e um conceito emergente de patriotismo, foi o fator principal na expansão de museus abertos ao público no curso do século XIX e principalmente no século XX. Associa-se a isso a glória dos impérios, estimulando expedições científicas para todas as partes do mundo, e o grande desenvolvimento da ciência e da tecnologia durante o século XIX. E criam-se os modernos museus de ciência e de tecnologia. A expansão dos sistemas educacionais no início do século XX, com ênfase no ensino de ciências, foi um fator importante para o surgimento de museus focalizando estudantes e a popularização das ciências.

O papel de museus é evidente na observação do educador Mihaly **Csikszentmihalyi**: "Escolas, mesmo sendo importantes, contribuem apenas uma fração relativamente modesta para a educação dos jovens"³. Particularmente no ensino de ciências, os museus representam um espaço descontraído, ágil e não subordinado aos rigores programáticos das escolas.

A escola é um espaço onde jovens, de diferentes raízes culturais e sociais, se reúnem para adquirir conhecimento e modelos de comportamento. Particularmente importante é a possibilidade de socialização que oferecem as escolas. Via de regra, as escolas têm expectativas com relação aos alunos, que resultam de interesses das mantenedoras, sejam elas públicas ou privadas. Esses interesses se manifestam na organização curricular, centrada em conteúdos programáticos, e em avaliações, geralmente na forma de testes padronizados.

² **Nota dos editores:** a palavra foi mantida, pois não encontramos outra para substituir e porque supomos que foi intencionalmente colocada.

³ Mihaly **Csikszentmihalyi**: Education for the Twenty-First Century, *Dædalus* 124 (4), Fall 1995.

Muitas escolas abrem um espaço nesse modelo para experiências fora da escola, tais como visitas a museus e excursões.

Esse espaço que poderíamos chamar "fora da escola" deveriam ser privilegiados e reservar o espaço escolar tradicional para exercícios críticos, com foco na cidadania. Em outras palavras, o ensino deveria ter como ponto de partida a experiência em ambientes distintos de uma sala de aula, associado ao fazer. A aquisição de conhecimento deveria ter como ponto de partida mercados, praças e fábricas. Naturalmente, a utilização desses espaços sociais como espaços escolares, sobretudo no ensino fundamental e médio, é extremamente difícil, sobretudo nas cidades. Os museus e centros de ciências oferecem espaços similares onde a prática escolar pode ser exercida. Metaforicamente, os museus seriam canteiros de obras e serviços para a prática educacional.

Os museus e centro de ciências podem ter como foco atividades experimentais e de solução de problemas lidando com objetos reais, uma aprendizagem baseada na convivência com práticas efetivas e na ativação de todos os sentidos e memórias de situações anteriores. É a oportunidade de praticar o novo e de encarar o desafio intrínseco a essa experiência. Ora, a escola oferece um espaço passivo de ouvir e ver conhecimento velho, congelado, com a esperança que o aluno será capaz de descongelar esse conhecimento para aplicá-lo a situações novas.

Hoje, mesmo jovens menos privilegiados são expostos a uma enorme variedade de experiências numa multiplicidade de situações e de meios. O aprendizado tradicional não satisfaz as ansiedades desses jovens.

Qual seria uma nova dinâmica para a escola? Eu vejo a escola voltada para um ambiente próximo a uma assembleia de aprendizado, onde ideias, originárias de experiências e situações fora da aula, são expostas pelos alunos [palestrantes], discutidas pela classe, e o professor servindo como moderador. Breves exposições de natureza teórica serão, ocasionalmente, inseridas pelo professor nas discussões. Criar um mecanismo de condução dessas assembleias, discutida e acordada pelos participantes, é um importante aspecto da educação. A sociedade moderna exige, mais e mais, participação ativa na elaboração do aprendizado. O conhecimento congelado, já elaborado, não mais será conduzido via um professor detentor desse conhecimento, apoiado na autoridade do professor, como era característico da educação de antanho. Hoje, o conhecimento do professor é, particularmente em ciências, desatualizado. Igualmente o dos livros. Os meios mais ágeis de disseminação de informação só têm valor quando ativados em função de situações de demanda.

O ponto mais convidativo à crítica nessa minha proposta se refere ao conhecimento básico. Esse é argumento frequentemente usado por aqueles que defendem uma educação

tradicional, baseada na assimilação, pelo aluno, de conhecimento propedêutico, isto é, que se justifica por servir para uma etapa seguinte⁴.

Naturalmente, a organização das disciplinas deverá ser liberada de um sequenciamento que a tradição impôs. Supostamente, seguindo uma lógica de encadeamento, maior atenção é dada a esse encadeamento do que ao fato ou ao fenômeno que é foco da discussão naquele momento.

A educação associada a museus não se limita a jovens. Os museus oferecem uma oportunidade única de educação, particularmente em ciências, para adultos. A principal vantagem sobre os cursos mais usuais de popularização da ciência para profissionais e, o que é muito comum, para a terceira idade, é o fato de cursos oferecidos no museu permitem o adulto aprender no seu próprio ritmo, num ambiente que evoca recordações ou fantasia e que recorre a múltiplas emoções e estímulos sensoriais. A não existência de um programa a ser cumprido dá à experiência possibilidades de se ramificar para várias áreas de conhecimento. Em muitas comunidades, a criação de um museu de ciências representa um acontecimento cultural na cidade, abrindo inclusive as portas da universidade para a comunidade em geral⁵.

Particularmente importante é o aspecto multicultural que deve permear a organização de um museu. Na sua vocação, o museu, especialmente o museu de ciências, deve ser transcultural e transdisciplinar. O museu focaliza fatos e fenômenos não como a culminação de princípios e verdades básicas aceitas. Ao contrário. Esses princípios e verdades são a consequência de uma análise crítica de uma multiplicidade de fatos e fenômenos, o que caracteriza a transdisciplinaridade.

Neste momento de crescente utilização de *internet*, os museus oferecem novas possibilidades. A ida ao museu se torna muitas vezes dispensável para a utilização de seu acervo. Isso cria um grande espaço para criatividade. Participar da obra criada, penetrando nos seus detalhes e muitas vezes rearranjando o que é terminado, oferece inúmeras possibilidades cognitivas. Mesmo do ponto de vista histórico, entender os processos criativos de outras gerações é altamente estimulante, particularmente para o estudante de ciências⁶.

⁴ Ver a esse respeito a tese de doutoramento de Regina Luzia Corio de **Buriasco**: "Avaliação em Matemática: um estudo das respostas de alunos e professores", Universidade Estadual Paulista, Campus de Marília, 1999.

⁵ Menciono a dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências (UNICAMP/1981) de Bonifácio Pires **Franklin**, intitulada "Criação e Implementação do Museu de Ciências Naturais da Universidade Federal do Piauí", orientada por Fernando Dias de Ávila **Pires**.

⁶ É interessante uma visita ao site <http://www.museo.unimo.it/labmat>

Nos últimos tempos têm surgido algumas variantes dos museus de ciências, como o aproveitamento de espaços empresariais superados, os centros de ciências, os parques temáticos e o turismo ecológico.

O aproveitamento de espaços empresariais superados, como armazéns, estações, edifícios públicos, é muito importante. O exemplo da Estação Ciências é notável. E recentemente a Estação Júlio Prestes. Praticamente todas as cidades do interior têm um espaço público abandonado e não aproveitado. A recuperação desses espaços, sobretudo para utilização como museu de ciências, é algo que deveria ser prioritário nas comunidades.

Os centros de ciência surgiram mais recentemente, fortemente influenciados por um movimento pedagógico de aprendizado em ação, e pelo impacto do desenvolvimento científico e tecnológico. São exemplares como centros de ciências, o *Exploratorium* em San Francisco, Califórnia, e o *Ontario Science Center*, em Toronto, ambos criados em 1969, ano em que os primeiros astronautas caminharam na superfície da Lua. Desde então os centros de ciência vêm proliferando em todos os países. Geralmente organizados com custo muito menor que os museus e com amplas oportunidades de fazer, de mexer, os centros de ciência vêm se revelando o ideal como um espaço parceiro do espaço escolar.

Os centros de ciência geralmente respondem às motivações originárias da comunidade. Eles estão mais relacionados ao dia a dia que os museus. Assim, questões ambientais, próprias a uma comunidade, encontram, no centro de ciências, espaço adequado para serem parte de uma atividade. E podem ser o ponto de partida para uma ação comunitária⁷. Dificilmente esse espaço existiria nos museus.

Também os parques temáticos podem ser vistos como variantes dos museus de ciência. Sítios de fósseis, como o dos dinossauros situado em Peirópolis, Uberaba, MG, e várias reservas ecológicas, são exemplos de parques temáticos. Intimamente relacionado com os parques temáticos está o turismo ecológico. Com a expansão da indústria do turismo, mais e mais oportunidades de visitas a grandes parques passa a ser uma opção educacional. Cabe aos sistemas escolares incorporar isso nos seus currículos. Por exemplo, uma semana de visita à Pedra do Baú, na Serra da Mantiqueira, poderia se constituir no foco de todo um semestre de atividades escolares. O argumento do custo elevado de tal programação é falso. Devidamente planejado, com escolha adequada de lugares, essas atividades seriam perfeitamente assimiladas no orçamento de uma escola.

Sem qualquer insinuação de cinismo, a visita a um grande lixão nas comunidades pode ser enquadrada na modalidade parque temático e turismo ecológico.

⁷ Em 1983 orientei na UNICAMP a dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências de José Maria **Gurgel** intitulada "Uma Experiência para o Ensino de Ciências, levando em conta a realidade sociocultural do nordeste brasileiro." Essencialmente, foi a análise da implementação de um centro de ciências situado num espaço ecológico de Cajazeiras, Paraíba.

Com o grande desenvolvimento e interesse pela tecnologia, parques temáticos modelados na Disneylândia estão proliferando. São empreendimentos altamente lucrativos, associados a um turismo cada vez mais acessível. Isso começa a proliferar no Brasil. O Beto Carrero World está permanentemente lotado. E outros parques similares começam a ser anunciados. Todos têm uma forte presença de tecnologia. O aproveitamento desses ambientes como espaços educacionais é algo que não pode ser rejeitado.

Do mesmo modo, não deve ser rejeitado o trabalho sobre filmes e programas de televisão focalizados na tecnologia. Muito pelo contrário, deve ser foco de reflexões sobre ciência e tecnologia, no estilo do que propus no início deste trabalho. A ficção científica, que se assemelha em muito ao conceito de museu, é igualmente algo a ser trabalhado. A criação de situações fictícias, trabalhar com hipóteses imaginadas, é uma excelente introdução aos estudos de ciência.

Sabemos que a criança nasce com talento científico, manifestado nas capacidades de observar, comparar, classificar, experimentar, interpretar acerto e erro, descobrir, e muitas outras. Cabe ao educador de ciências estimular essas capacidades.

Como chegar ao adulto, que muito provavelmente estará desatualizado com relação aos avanços científicos? O papel da criança como informante de conhecimento moderno para os pais é o melhor veículo para a difusão do conhecimento científico. O papel dos museus como auxiliar nessa missão é inestimável. A visita de família aos museus é algo a ser estimulado e complementado pelas atividades na escola.



A Matemática nos descobrimentos

8º EBEM¹, Salvador, 8 de fevereiro de 2000

"porque prometiam ao pai e ao filho trazê-lo de volta dentro de 20 luas o mais tardar; pois assim significam eles os meses".

Binot Paulmier de **Gonneville**, 1504

Nos séculos XV e XVI, se desenvolveram, em Portugal, importantes estudos sobre navegação que culminaram com as viagens de Cristóvão Colombo (1451-1506) no hemisfério norte, que chegou à América em 1492, de Vasco da Gama (ca 1469-1524) que, em 1498, chegou à Índia pelo hemisfério sul, e de Fernão de Magalhães (ca 1480-1521) que, em 1520, encontrou a passagem marítima para o Pacífico. Em 28 anos, o planeta se globalizou.

A grande proeza de viajar por todos os mares descobrindo, para os Europeus, novas terras, novos povos e novas possibilidades, foi resultado de um projeto de grande envergadura que se origina nos primeiros tempos da monarquia portuguesa². O mais importante cronista da época é Duarte Pacheco Pereira (ca 1460-1533). Na sua obra monumental, o *Esmeraldo de Situs Orbis*, ele fala sobre o conhecimento nos descobrimentos³. O autor faz um importante relato sobre o que se sabia e o que se aprendeu com o encontro de novos povos e novas culturas, principalmente referindo-se à África.

Quanto conheciam os portugueses para poderem desenhar um projeto tão ambicioso e levá-lo a cabo? As navegações dependiam, fundamentalmente, de conhecimentos astronômicos, isto é, matemáticos.

Algumas questões se colocam, naturalmente:

- **Que conhecimentos matemáticos possuíam os navegantes ibéricos?**
- **Que conhecimentos matemáticos havia nas outras nações europeias?**
- **Que conhecimentos matemáticos os navegadores encontraram nas novas terras?**

¹ **Nota dos editores:** refere-se ao Encontro Baiano de Educação Matemática (EBEM).

² A obra de Damião **Peres**: *História dos Descobrimentos Portugueses*, Vertente, Porto, 1943, trata da história das navegações portuguesas, com muita documentação e atenção especial para os pontos controvertidos, tais como a intencionalidade ou o acaso no descobrimento do Brasil.

³ Joaquim Barradas de **Carvalho**: *Esmeraldo de Situ Orbis de Duarte Pacheco Pereira*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1991.

Na Idade Média e entrada no Renascimento, pode-se distinguir cinco tipos de matemática:

- **Matemática abstrata, teórica, ligada a fenômenos naturais e questões místicas e religiosas [Tomás de Aquino (ca 1225-1274), Thomas Bradwardine (?1290-1349), Nicolau Copérnico (1473-1543)];**
- **Matemática mercantil, contábil, comercial, dileitante [Luca Pacioli (1445?-1514), Bastiano da Pisa, il Bevilacqua (1483?-1553), Nicoló Tartaglia (1500?-1557), Gerolamo Cardano (1501-1576)];**
- **Matemática de arquitetos e artistas [Sebastiano Serlio (1475-1554), Alberto Dürer (1471-1528)];**
- **Matemática das navegações, astronomia, geografia [Pedro Nunes (1502-1572)];**
- **Matemática dos povos conquistados.**

Cada um desses tipos tinha um estilo próprio com objetivos e métodos muito específicos. Os nomes relacionados acima, em colchetes, são os mais representativos de cada um desses estilos. Suas biografias servem de apoio para a diferenciação que eu proponho entre os tipos de matemática praticados na época. As relações entre essas diferentes matemáticas eram raras até meados do século XVI.

Embora meu objetivo não seja analisar essas diferentes matemáticas e suas relações, algumas características de cada uma dessas matemáticas poderão ser notadas no curso deste trabalho.

Vou começar com uma revisão muito rápida da história da matemática ocidental, com ênfase na península ibérica.

Da Antiguidade à expansão do Islão

Devemos começar examinando os tempos de Grécia e Roma. O conhecimento matemático desenvolvido pelos gregos era conhecido pelos povos mediterrâneos e foi por eles absorvido, porém com características diferentes. Ao assimilar o conhecimento matemático eminentemente prático dos egípcios e dos babilônicos, os gregos criaram uma matemática abstrata, teórica e dedutiva. São óbvias as características místicas e religiosas dessa matemática que veio preencher um vazio não resolvido pela rica mitologia grega. Na verdade, essa matemática caracterizou a civilização grega. Os ideais de beleza, o rigor e as dúvidas filosóficas, a organização social e política e mesmo as práticas médicas guardam íntima relação com a matemática. Os povos subordinados ao Império de Alexandre, no século III a.C., estavam totalmente integrados nessa civilização.

O Império Romano, que se expandia pelo leste europeu, possuía uma matemática eminentemente prática, sem as características daquela desenvolvida pelos gregos, e nem mesmo pelos egípcios e babilônicos. Os sistemas de contagem e as medidas satisfaziam as necessidades do dia a dia, da urbanização e da arquitetura monumental. Por mais sofisticada

que fosse a organização da sociedade romana e, portanto, esses sistemas que permitiam sua operacionalidade, eles jamais se integraram no importante sistema filosófico do mundo romano.

Quando o Império Romano conquistou os territórios dominados pelos gregos, absorveu o conhecimento matemático que interessava ao projeto romano, aproveitando unicamente os aspectos práticos dessa matemática. Isso fica evidente no livro de arquitetura de Vitruvius que é a melhor síntese dos conhecimentos técnico-científicos dos romanos⁴.

A península ibérica, que era parte do mundo romano, também absorveu essa ciência prática.

Com o advento do cristianismo, a matemática grega foi simplesmente deixada de lado e jamais penetrou nos mosteiros. Algumas poucas traduções não tiveram repercussão. Aos poucos, a própria língua grega caiu em desuso.

Nos primeiros séculos do cristianismo, a chamada Alta Idade Média, continuou-se a desenvolver uma matemática prática. A contagem se fazia com ábacos e dedos, e os registros numéricos, com o sistema de numeração romana. Essa era a matemática que se praticava na península ibérica quando, no século VII, se deu a invasão islâmica. Uma fonte importante que temos sobre essa época se deve a Santo Isidoro (ca 560-636) de Sevilha que escreveu uma síntese do conhecimento da época num livro chamado *Etimologias*.

Deve-se notar que na região que poderíamos denominar periferia oriental do Império Romano, instalou-se, em 395, o Império Bizantino, capital Constantinopla, com forte influência grega e com diferenças fundamentais do cristianismo de Roma. Essas diferenças culminaram com o grande cisma de 1054 que marcou a recusa dos cristãos bizantinos de aceitarem a autoridade do bispo de Roma, chamado Papa, sobre todos os cristãos. Surgiu, assim, a Igreja Ortodoxa.

A presença cultural grega continuava forte no Norte da África. Nessa região, a conversão ao cristianismo foi menos intensa e as tradições judaicas se mantiveram presentes. Os povos árabes que habitavam essa região, adotando tradições judaicas, ofereceram uma grande reação ao cristianismo e propiciaram a revelação corânica, pela qual Maomé fundou o Islamismo em 622.

Num rápido processo de conquista, o islamismo estendeu-se a toda a periferia do Império Romano e atingiu a península ibérica, pretendendo chegar a Roma. Em 732, eles foram detidos, em Poitou, por Carlos Martelo, reconhecido como o salvador da cristandade latina.

⁴ *Los Diez Libros de Architectura de M. Vitruvius Poliön. Traducidos del Latin, y comentados por Don Joseph Ortíz y Sanz, Presbítero*, En Madrid en la Imprenta Real, año de 1787 (edición facsímil, Editorial Alta Fulla, Barcelona, 1987). Um bom estudo sobre Vitruvius e a matemática romana está no livro de Rubens G. Lintz: *História da Matemática Volume 1*, Editora da FURB, Blumenau, 1999.

O Islamismo instalou-se em praticamente toda a península ibérica. No Oeste, Constantinopla, capital do Império Bizantino, resistiu às invasões islâmicas. Somente veio a ser conquistada pelos turcos em 1453.

A forte tradição cultural dos povos árabes foi um importante elemento no sucesso das conquistas islâmicas e no desenvolvimento de uma civilização que absorveu muito da cultura grega. Mas no momento da conquista, os conquistadores muçulmanos não praticavam a matemática grega. O grande desenvolvimento científico veio pouco após.

Em 813, Abu al-Abbas al-Mamun (786-833) tornou-se Califa do Império Abássida, uma das divisões que resultaram do império islâmico após a morte de Maomé. Al-Mamun destacou-se por seu grande apoio à cultura científica e à monumental biblioteca denominada "Casa da Sabedoria", que seu pai Harun al-Rashid havia fundado em Bagdá. Ali estimulou um grande desenvolvimento para a matemática mística herdada dos gregos. É interessante notar que, sob al-Mamun, foi elaborado o *Livro do Tesouro de Alexandre*, prontuário de saberes mágicos, alquímicos e farmacológicos, com fórmulas de elixires e venenos⁵. É interessante notar a precisão numérica das dosagens. A fundamentação teórica recorre a propriedades de triângulos e hexágonos numa geometria mística, evidência da presença da astrologia nessa cultura. Mas se fazia necessária uma astronomia que servia de suporte a essa astrologia. Igualmente necessária, uma matemática prática voltada à satisfação dos preceitos do Corão. Particularmente, localizações geográficas em um vastíssimo império que tinha como capital espiritual Meca, em direção a qual todos os muçulmanos devem se voltar nas horas rigorosas de oração. E também a uma nova economia que se desenvolve a partir de um outro modelo de propriedade e herança. Essas necessidades de uma matemática prática exigiam habilidades de cálculo que não faziam parte da matemática dos gregos e dos romanos. Foi necessário recorrer a conhecimentos matemáticos de outras culturas.

A figura mais representativa desse esforço para se criar uma nova escola de matemática foi Abu Abdallah Muhammad ibn Musa al-Kwarizmi (ca 780 - ca 850), contratado por al-Mamun. Originário de Kwarizmi, na região do Mar Cáspio, este matemático era certamente familiar com a matemática dos hindus. Além de importantes tabelas astronômicas, ele introduziu os algarismos hoje denominados indo-arábicos, e os algoritmos das operações com esses algarismos. Também as operações básicas para a resolução de equações, que são a redução de termos semelhantes [*al-muqabala*] e transposição do sinal de igual com mudança de sinal [*al-jabr*], e a fórmula de resolução das equações de 2º grau⁶.

⁵ Ana Maria Alfonso **Goldfarb**: *Livro do Tesouro de Alexandre*, trad. do original árabe de S. **Jubran** e A.M. Alfonso **Goldfarb**, Editora Vozes, São Paulo, 1999.

⁶ Veja Ubiratan **D'Ambrosio**: Al'Kwarizmi e sua importância na matemática, *Temas e Debates*, ano VII, nº4, 1994; pp.40-47.

Enquanto prosperava o império islâmico, a Europa experimentava um período de consolidação do regime feudal e de intensificação do comércio. A necessidade religiosa de acesso aos locais sagrados para o cristianismo, aliada à necessidade de novas rotas para abastecer um comércio emergente na próspera Europa medieval, deram origem a expedições de reconquista que se denominaram cruzadas.

As cruzadas e a importância dos monges-cientistas

A partir da primeira cruzada, em 1096, a Europa cristã teve acesso aos elementos básicos da cultura árabe, inclusive interpretações da filosofia grega clássica. Iniciou-se, assim, uma revitalização das pesquisas nos mosteiros da Europa. Foi necessário criar um outro espaço intelectual, onde temas aprendidos dos hereges muçulmanos poderiam ser discutidos. Surgem assim as universidades, das quais as primeiras são em Bolonha (ca 1088) e Paris (ca 1170).

Conhecia-se a aritmética como aparecia no livro de Euclides, que era parte do *quadrivium*, mas que se referia a propriedades dos números, algumas místicas. A geometria de Euclides despertava menor interesse.

Note-se que a síntese de conhecimentos, com estilos e objetivos distintos e representando várias tradições, confluía principalmente para os mosteiros. As preocupações tradicionais da filosofia, procurando explicar fenômenos tão presentes quanto o movimento, confundia-se com a teologia. O pensamento da Idade Média culmina com a obra maior que é a *Summa Theologica*, de São Tomás de Aquino. A síntese de conhecimentos, que começaram a ser reconhecidos como integrando um mesmo corpo de ideias, passou a ser conhecida por uma palavra ainda um tanto indefinida, Matemática. Estava assim sendo preparadas as bases para o surgimento de uma ciência que viria a ser identificada como Matemática e que somente no século XIX se estabeleceria como uma ciência autônoma.

A maior influência para a modernização da matemática veio de Aristóteles. As reflexões sobre movimento, o fenômeno natural que mais intrigava os filósofos da época, eram intensas. Estudava-se as relações entre espaço e tempo e a aceleração. Igualmente havia uma preocupação com ótica. O trabalho dos monges-cientistas, principalmente na Inglaterra, dentre os quais se destacam Roger Bacon (ca 1214-1292?), Thomas Bradwardine (?1290-1349) e Guilherme de Ockham (1285-1349), foi fundamental como preparação para o surgimento da mecânica newtoniana.

A influência das reflexões, equivocadas, de Aristóteles foi fundamental no desenvolvimento da matemática. Sua afirmação que quanto mais pesado o corpo, maior sua velocidade de queda, passou por contestações. São importantíssimos os estudos de Thomas Bradwardine e

de seus colegas no Merton College (William Heytesbury, Richard Swineshead, John Dumbleton *et al*).

A Lei de Bradwardine nos fala da relação entre força e resistência à velocidade na produção do movimento. Da Escola de Merton surgem alguns conceitos fundamentais, como os de movimento uniforme, aceleração uniforme e o teorema da velocidade média. Estava assim preparado o terreno para a busca de explicações para o mais fundamental dos fenômenos reconhecidos na época, o movimento⁷. Incluídas nessas reflexões estavam as noções de espaço e tempo.

Deve-se destacar os importantes estudos do português Álvaro Tomáz, afirmando que todos os corpos de qualquer dimensão e composição material caem com igual velocidade no vácuo⁸.

As pesquisas de Álvaro Tomáz seriam retomadas, mais de cem anos depois, por Galileo Galilei (1564-1642) no seu *Discurso sobre Duas Novas Ciências* (1638). Teria Galileo conhecimento dos resultados de Tomáz? Esse é mais um questionamento sobre a originalidade dos resultados enunciados por Galileo na sua importante obra.

Igualmente importante foram as investigações sobre o sistema planetário. Nicolau Copérnico estudou teologia, matemática, medicina e astronomia no Vaticano e, por insistência do Papa Clemente VII, escreveu o *De Revolutionibus orbium celestium*, onde propôs o sistema heliocêntrico.

Uma matemática de mercadores, artesãos e amadores

Mas o desenvolvimento de novos conhecimentos matemáticos não ficou somente no ambiente das universidades e dos mosteiros. A numeração romana e as operações, que eram feitas com as mãos e com ábacos, se mostravam inadequadas para o comércio que se intensificava.

A expansão do cristianismo pela Europa criou necessidades de espaços de culto mais amplos e também de iconografia e música apropriadas a esses espaços. A representação de Cristo e dos santos feitas no mesmo plano tinham pouco impacto. Representações em vários planos, sugerindo o infinito, condizia com a impressão causada pelas monumentais catedrais góticas. Surgem assim uma nova teoria de forças, que possibilitou a arquitetura gótica, e uma nova geometria, a perspectiva. Para preencher os enormes espaços possibilitados pela arquitetura

⁷ Segundo o destacado medievalista Edward **Grant**: *Physical Science in the Middle Ages*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1971, esta foi a mais importante contribuição medieval na história da física e do conhecimento científico em geral.

⁸ De Álvaro **Tomáz** sabe-se que publicou em Paris, em 1509, a obra *Liber de triplice motu*. Sabe-se que lecionou em Portugal e em Paris.

gótica, o canto gregoriano desenvolveu novas formas que culminariam nos enormes órgãos e na polifonia. Houve um processo evidente de matematização dos artesãos e artistas.

Essas novas formas de arte, que têm intrínseca a elas uma nova matemática, chegaram tardiamente à península ibérica.

As grandes catedrais criaram uma nova organização urbana, com o surgimento de um comércio intenso. As novas profissões urbanas ligadas ao comércio praticavam uma aritmética que tinha a ver com operações mercantis, bem como uma álgebra associada a problemas práticos de heranças e de comércio, distinta da aritmética que investigava propriedades dos números naturais. Essa nova aritmética beneficiou-se da matemática desenvolvida por al-Kwarizmi no século IX e foi difundida na Europa pelos "mestres do ábaco". Com os algarismos indo-arábicos surgiu um importante instrumento mercantil. Leonardo Fibonacci (ca 1180 - ca 1240) de Pisa publicou em 1202 o *Liber Abaci*, que se tornou o modelo de inúmeros livros de aritmética publicados na Idade Média. O interesse nos novos métodos de calcular se intensificaram nos séculos seguintes. Houve uma intensa produção de livros destinados a ensinar a arte de calcular. Lembro a interessante figura de Bastiano de Pisa, que foi chamado para ensinar o ábaco, isto é, cálculo, em Modena em 1517. Publicou o *Tratato d'Arismeticha Praticha*, possivelmente em 1540. Morreu em 1553, vivendo de esmolas.

A prosperidade das cidades europeias e uma grande atenção dada à cultura induziram mecenas e cidades a financiarem pintores e escultores, a fundarem academias para estudo e tradução dos autores clássicos. Dentre as academias, destaco a de Marsilio Ficino (1433-1499) em Florença, frequentada por Américo Vespucci, que depois, como agente dos banqueiros Medici na Espanha, teve importante atuação nas viagens de Cristóvão Colombo e no reconhecimento da costa brasileira em 1501, a serviço do Rei Dom Manuel I⁹.

Os mecenas também financiavam algumas formas de atividades intelectuais competitivas. Havia prêmios para criar conhecimentos novos que avançassem o que vinha da antiguidade. Em particular, torneios para resolução de problemas matemáticos. Sem outro interesse que os prêmios, foram se desenvolvendo métodos para resolver equações de terceiro e depois de quarto grau. A resolução de equações de terceiro grau foi, por um curto período, propulsor de uma grande inovação na matemática. Os métodos desenvolvidos por Scipione del Ferro (1465-1526), Nicolò Tartaglia (ca 1499-1557) e organizados pelo médico Gerolamo Cardano (1501-1576) na sua importante obra *Ars Magna* (1545), deram origem a uma nova ciência. Aí

⁹ Ver Ubiratan **D'Ambrosio**: *America ou Columba e a figura controvertida de Amerigo Vespucci, A Presença Italiana no Brasil vol III*, org. Luis A. **De Boni**, Edições Est/Fondazione Giovanni Agnelli, Porto Alegre/Torino, 1996; pp.15-20.

se encontram os métodos para a resolução de equações de 3º grau e algumas de 4º grau, tratados como casos.

Mas se fazia necessário enunciar fórmulas gerais para a resolução dessas equações, com coeficientes quaisquer. Coube a François Viète (1540-1603), com sua *Ars analytique* 1591, essa proeza, combinando a efetividade dos métodos de resolução com o rigor das construções da geometria clássica. Para isso se fez necessário um novo simbolismo. Todas as grandezas são representadas por letras: as variáveis conhecidas (parâmetros), por consoantes e as incógnitas, por vogais. Viète baseia seu cálculo em duas operações, a *logística numeralis*, com números, e a *logística speciosa*, lidando com as letras. E divide o seu método em três etapas, a resolução das equações [*zeteticque*], a demonstração que os resultados encontrados são efetivamente soluções [*porifticque*] e a teoria das equações [*exegeticque*]¹⁰.

Embora a resolução de equações algébricas, uma preocupação típica dos círculos europeus no século XVI, pouco tivesse a ver com a ciência que estava preocupando os cientistas das universidades, ela foi rapidamente assimilada pelo mundo acadêmico. E mostrou-se muito conveniente para o processo de matematização das ciências físicas, levado adiante a partir dos trabalhos de Francis Bacon (1561-1626) e de René Descartes (1596-1650).

A matemática e as técnicas

Deve-se destacar que, no final da Idade Média, muitas áreas de conhecimento, de tradições e, sobretudo, de motivações distintas, começaram a se relacionar. O desenvolvimento das técnicas é impressionante. A Europa medieval foi capaz de absorver e organizar a utilização de importantes inventos desenvolvidos na China, na Índia e no mundo árabe. Os árabes herdaram e aprimoraram o conhecimento grego e a rápida expansão islâmica teve como resultado a absorção da técnica avançada dos povos convertidos. Assim, através dos árabes, a Europa medieval recebeu importantes conhecimentos de medicina, particularmente ótica oftalmológica, técnica química, cosméticos e culinária. Além de novas condições para apoiar o grande desenvolvimento do comércio e das artes, das navegações e das invenções, criando assim a demanda para um conhecimento mais amplo.

Na era das grandes navegações, no final do século XV e início do século XVI, a Matemática incluía um interesse em Geometria desenvolvida com vistas aos estudos astronômicos e às navegações. Particularmente, o estudo de uma geometria da esfera, por John de Holywood

¹⁰ Um livro que mostra os vários desenvolvimentos da álgebra num estilo agradável e ao mesmo tempo rigoroso é Gilbert G. **Garbi**: *O Romance das Equações Algébricas*, Makron Books, São Paulo, 1997.

ou Sacrobosco (ca 1200 - ca 1256), foram importantíssimos nas navegações. Mereceram duas traduções em Portugal, por Dom João de Castro e por Pedro Nunes¹¹.

Nos séculos XV e XVI se desenvolveram, em Portugal, estudos sobre navegação que culminaram com as viagens de Cristóvão Colombo no hemisfério norte, em 1492, de Vasco da Gama, que chegou à Índia em 1498 pelo hemisfério sul, e de Fernão de Magalhães, que encontrou a passagem marítima para o Pacífico em 1520. O planeta então se globalizou. Observações do céu no hemisfério sul, a descoberta de outros povos e de outras civilizações, e as novas possibilidades econômicas oferecidas às nações da Europa tiveram consequências profundas no conhecimento.

Os conhecimentos matemáticos na península ibérica eram muito diferentes, no conteúdo e nos objetivos. O estilo da matemática ibérica era outro.

Lembremos que o islamismo absorveu muito da cultura grega. Aos poucos, os textos científicos gregos foram sendo trabalhados pelos intelectuais islâmicos. As obras de Euclides e de outros matemáticos gregos foram traduzidas. Particularmente importante foi a tradução da obra de Ptolomeu sobre o sistema planetário, denominada Al-Magesto (A Maior) pelos árabes, e os tratados de geografia.

Mas a ciência e a matemática árabe eram, como a dos romanos, eminentemente voltadas à prática. Essa característica estendeu-se aos califados ibéricos. No final do século XIII, Portugal, ao decidir se tornar independente dos reinos da Espanha, viu-se forçado a procurar opções comerciais pelo Atlântico. Assim definiu-se a vocação portuguesa pela navegação. O conhecimento científico e tecnológico disponível era legado pelos romanos, acrescentado, em pequena escala, pelos árabes. Distante e relativamente isolado, a aquisição dos avanços científicos e filosóficos dos árabes foi reduzida.

Como vimos acima, após as cruzadas, a partir de 1095, a cultura muçulmana mais avançada penetrou nos mosteiros europeus, com preocupações especiais sobre o movimento, o que marcou o início de reflexões científicas teóricas. Associou-se a isso a introdução do sistema de numeração indo-arábico, com a finalidade principal de satisfazer as necessidades do comércio que se intensificava.

Mas os algarismos indo-arábicos não foram adotados em Portugal, senão a partir de meados do século XV, e mesmo assim somente em alguns setores. É interessante notar que o *Esmeraldo de Situ Orbis* é uma das primeiras obras a utilizar os algarismos árabes em Portugal.

¹¹ Johannes de **Sacrobosco**: *Tratado da Esfera*, trad. Pedro **Nunes**, atualização de Carlos Ziller **Camenietzk**, Editora UNESP, São Paulo, 1991.

Temos, portanto, duas vertentes de conhecimento científico e matemático na Europa do final do século XV. Um praticado na Europa, construindo as bases do que viria ser a ciência moderna, representado principalmente por Bradwardine e a escola de Merton; e outro, praticado em Portugal, repousando essencialmente sobre os trabalhos de Ptolomeu, e o Tratado da Esfera, de Sacrobosco.

Portugal

Por razões que se pode entender facilmente, Portugal, ao se firmar como um reino independente, não teve condições de intercâmbio com a Europa pelas rotas terrestres. A busca de rotas marítimas foi fundamental na consolidação do reino.

A figura mais importante dessa empresa foi o infante Dom Henrique, chamado o Navegador, quem planejou e, em grande parte, executou o mais importante projeto de expansão na história da humanidade¹². Nessa época, foi conhecida toda a África, planejou-se a rota para as Índias, iniciou-se a conquista do Atlântico e logrou-se a circunavegação do globo terrestre.

Embora o intercâmbio entre Portugal e a Europa fosse reduzido, o grande centro de pesquisa que se formara em Portugal atraía europeus de várias nações. Destaca-se o alemão Martin Behaim, de Nuremberg, possivelmente um discípulo de Regiomontanus, que em 1480 foi para Portugal¹³. Os métodos da trigonometria foram assim introduzidos em Portugal, criando condições para a representação da Terra como um globo¹⁴. Em 1475 também o jovem genovês Cristóvão Colombo foi para Portugal, onde já estava seu irmão, o cartógrafo Bartolomeu Colombo.

A base das ciências náuticas era a matemática. Sem dúvida, o mais importante matemático da época foi Pedro Nunes (1502-1572)¹⁵.

Pedro Nunes foi uma das figuras mais interessantes do Renascimento português. Reconhecido e ao mesmo tempo contestado, Pedro Nunes pode ser considerado o grande navegador do século XVI, embora jamais tenha ido aos mares. Considerado o mais importante cartógrafo e matemático do grupo de intelectuais reunidos pelo Infante Dom

¹² Para um importante estudo da grande influência dessa vocação marítima no desenvolvimento das ciências, em particular da matemática, em Portugal, veja o estudo de Francisco Gomes **Teixeira** em <http://www.mat.uc.pt/~jaimecs/livrogt/1parte.html#Inicio da Cultura>.

¹³ **Regiomontanus**, ou Johannes **Müller** (1436-1476) é considerado o criador da trigonometria moderna.

¹⁴ Ao retornar a Nuremberg, em 1492, Behaim apresentou à comunidade a *Erdapfel*, o primeiro globo terrestre conhecido. Obviamente, nesse globo não aparece o novo continente.

¹⁵ Um importante estudo sobre Pedro **Nunes** foi feito por John R.C. **Martyn**: *Pedro Nunes (1502-1578). His Lost Algebra and Other Discoveries*, Peter Lang Publishing, Inc., New York, 1996.

Henrique no que simbolicamente se chamou a Escola de Sagres, ele deixou importante obra científica e também uma considerável obra poética e literária. Embora Dom Henrique tenha morrido em 1460, sua obra foi continuada pelo seu sobrinho-neto, o Rei Dom João II, que faleceu em 1495. Coube a Dom Manuel, que foi rei de 1495 a 1521, a ventura de estabelecer o império colonial. E, por isso, ficou conhecido como o Venturoso. Seu sucessor, Dom João III, que reinou de 1521 a 1557, agiu no apogeu e no início do declínio desse império.

Pedro Nunes teve sua vida profissional praticamente acompanhando o reinado desse monarca, seu grande protetor. Sendo filho de judeus, Pedro Nunes somente pôde escapar às repetidas investidas contra os cristãos novos, conduzidas pela inquisição, graças a essa proteção. De 1531 a 1535, foi chamado a Évora com a importante responsabilidade de ser tutor na corte de Dom João III. Nessa época, escreveu notas para um curso de Álgebra a ser ministrado aos seus alunos, príncipes e fidalgos, dentre os quais João de Castro e Martim Afonso de Sousa.

Pedro Nunes nasceu em 1502, cerca de Lisboa. Em 1525 formou-se em Medicina. Foi nomeado Cosmógrafo Real em 1529 e, no mesmo ano, assumiu a cátedra de Filosofia Moral da Universidade de Lisboa. Em 1531 foi para Évora como tutor dos príncipes. Em 1544 foi nomeado catedrático de Matemática da Universidade de Coimbra, onde lecionou até sua aposentadoria em 1562. Em 1547 tornou-se Principal Cosmógrafo Real, cargo que manteve até sua morte em 1572.

Na sua permanência em Évora, talvez em função de suas responsabilidades como tutor da corte, Pedro Nunes dedicou-se a estudos humanísticos, tendo composto poemas em Latim e Grego, línguas que parecia dominar muito bem. Após a aposentadoria, retomou sua atividade poética. Também se dedicou a reflexões religiosas e deixou notas sobre a ressurreição, a anunciação, a multiplicação dos pães e outros temas do Novo Testamento.

Não se conhece toda a importante e variada obra matemática de Pedro Nunes. Aqueles conhecidos foram publicados pela Academia de Ciências de Lisboa por ocasião do quinto centenário do nascimento de Pedro Nunes. A edição foi rapidamente esgotada e uma edição crítica de sua obra completa ainda está por acontecer. Sabe-se de um *Tratado de Geometria dos triangulos sphaeres*, de um *Tratado sobre o astrolábio*, de um *Tratado da proporção ao livro V de Euclides*, e de uma tradução do *De Architectura*, de Vitruvius. São livros possivelmente perdidos.

A edição feita pela Academia de Ciências de Lisboa inclui uma tradução do *Tratado da Sphera* (1537) e *De Crepusculis* (1542), que talvez seja a sua contribuição matemática mais original, *De Erratis Orontii Finaei* (1546), uma obra de contestação, e o *Libro de Álgebra en Arithmetica y Geometria* (1567).

O livro foi impresso em Antuérpia e escrito em espanhol. Não é de se estranhar, pois na segunda metade do século XVI, a Espanha era a grande potência da Europa e Portugal entrava no que seriam dois séculos de decadência. Publicar em espanhol era prestigioso.

O livro é, como diz Pedro Nunes no Prefácio, uma elaboração das lições que ele havia ministrado quando tutor dos príncipes, em Évora, e, em seguida, como professor da Universidade de Coimbra.

Um fato intrigante é que a obra não foi publicada como uma tradução, embora haja enorme coincidência do seu texto com o livro de al-Kwarizmi, e o nome de al-Kwarizmi aparece sem qualquer destaque. Pedro Nunes diz que "o inventor desta arte foi um matemático mouro, cujo nome era Gebre e há, em algumas livrarias, um pequeno tratado em arábico que contém os capítulos de quem usamos." Seria a álgebra um conhecimento corrente entre os portugueses?

A obra também revela um fato que talvez tenha tido influência no rápido declínio da ciência portuguesa a partir de meados do século XVI. Os portugueses insistiam em utilizar o chamado sistema luso-romano e não adotaram o indo-arábico.

Mas o mais revelador deste livro de Álgebra de Pedro Nunes é o seu Apêndice, no qual ele praticamente se desculpa perante o público ibérico por publicar uma obra que, ao sair, já era obsoleta, pois não incorporava os grandes avanços feitos no estudo das equações de 3o grau por Tartaglia, Cardano e outros. Isso revela o isolamento dos cientistas portugueses do resto da Europa. Pedro Nunes faz algumas considerações críticas sobre os resultados dos algebristas italianos e promete um novo livro, incorporando todos os avanços recentes dessa ciência. Mas morreu pouco depois e o isolamento, que ele não havia conseguido quebrar, iria marcar a decadência científica de Portugal.

Que matemática encontraram nas novas terras?

Os navegantes que comandavam as expedições tinham um bom nível, geralmente com formação universitária. Lembremos que Martim Afonso de Souza foi aluno de Pedro Nunes. Os registros das viagens são importantes fontes de informação. Obras importantíssimas são as crônicas de Cristóvão Colombo e de Vasco da Gama. Os três documentos que relatam o descobrimento do Brasil foram escritos por Pero Vaz de Caminha, pelo Mestre João Faras e por um piloto anônimo¹⁶.

Todos silenciam sobre o que encontraram nas novas terras que pudesse ser identificado como matemática. Nem mesmo falaram sobre a organização das aldeias. Na verdade,

¹⁶ Ver Paulo Roberto **Pereira**: *Os Três Únicos Testemunhos do Descobrimento do Brasil*, Lacerda Editora, Rio de Janeiro, 1999.

deve-se atribuir isso ao não reconhecimento da especificidade de certas formas de conhecimento que somente muito depois viria a ser identificada como matemática.

O conhecimento numérico dos nativos é limitado, segundo relata Nicolas Barré, em 1556: "Sua linguagem é bastante copiosa em expressões, mas sem números, tanto que quando querem significar cinco, eles mostram os cinco dedos da mão."¹⁷. Porém uma outra referência sugere contagem de números maiores, associada ao tempo: "Arosca consentiu que seu jovem filho...viesse para a cristandade, porque prometiam ao pai e ao filho trazê-lo de volta dentro de 20 luas o mais tardar; pois assim significam eles os meses", conforme o relato de Binot Paulmier de Gonneville em 1504¹⁸.

Uma explicação para a ausência de um sistema de numeração reconhecido como tal é dada por Frei Vicente do Salvador (1564?-1636?) na primeira história do Brasil, completada em 1627:

"Pois hei tratado neste capítulo do contato matrimonial deste gentio, tratarei também dos mais contratos, e não serei por isso prolixo ao leitor, porque os livros que hão escrito os doutores de *Contractibus* sem os poderem de todo resolver, pelos muito que de novo inventa cada dia a cobiça humana, não tocam a este gentio; o qual só usa de uma simples comutação de uma coisa por outra, sem tratarem do excesso ou defeito do valor, e assim com um pintainho se hão por pagos de uma galinha.

Nem jamais usam pesos e medidas, nem têm números por onde contem mais que até cinco, e, se a conta houver de passar daí, a fazem pelos dedos das mãos e pés. O que lhes nasce de sua pouca cobiça; posto que com isso está serem mui apetitosos de qualquer coisa que vêem, mas, tanto que a têm, tornam facilmente de graça ou por pouco mais que nada."¹⁹

Alguns estudos de etnomatemática procuram enveredar pela história das tradições e permitem fazer algumas suposições sobre a natureza do conhecimento indígena na época da

¹⁷ Darcy **Ribeiro** e Carlos de Araujo **Moreira Neto**: *A Fundação do Brasil: testemunhos, 1500-1700*, Editora Vozes, Petrópolis, 1992; p.81.

¹⁸ *ibidem*, p.110.

¹⁹ Frei Vicente do **Salvador**: *História do Brasil 1500-1627*, Revista por Capistrano de **Abreu**, Rodolfo **Garcia** e Frei Venâncio **Willeke**, OFM, Edições Melhoramentos, São Paulo, 1965; pp. 89-90.

conquista²⁰. Por exemplo, resquícios de sistemas de numeração e a riqueza das figuras geométricas que intervêm na decoração são indicadores de uma organização de conhecimentos sobre quantificação, classificação, ordenação e outras categorias que caracterizam o conhecimento matemático.

No século XVI, temos relatos muito ricos sobre as conquistas espanholas. As crônicas da conquista nos dão muita informação sobre a matemática nas civilizações Azteca, Maia e Inca, bem como de outras culturas andinas. Particularmente interessante é o relato de Bernabe Cobo, S.J. (1582?-1657), num capítulo intitulado "Del cómputo del tiempo; de los quipos o memoriales y modo de contar que tenían los indios peruanos."²¹

Curioso notar que Bernabe Cobo, S.J., vê o sistema numérico do Peru associado à contagem do tempo, enquanto Frei Vicente do Salvador tem uma percepção essencialmente mercantilista dos sistemas de numeração.

O que podemos saber hoje dessas culturas vem de estudos da etnomatemática de culturas sobreviventes²². Obviamente, as pesquisas nos mostram a cultura atual, resultado de uma dinâmica cultural que praticamente eliminou o conhecimento tradicional, sobretudo no que se refere à matemática.

O grande interesse das populações indígenas tem sido, ao longo da história, a aquisição do conhecimento do dominador. O dominador se identifica no conquistador, no evangelizador, no colonizador, no mercador, no patrão, no agente do governo, no professor. A busca de instrumentos intelectuais que permitem dialogar e eventualmente enfrentar o dominador não se limita à aquisição do seu conhecimento, mas eventualmente se manifesta na absorção do conhecimento do dominador no conhecimento do dominado, transformando-o. Mas o conhecimento do dominado, mesmo transformado, não adquire credibilidade, e continua marginal, criando a exclusão cultural.

A recíproca também se dá, isto é, o conhecimento do dominador também é transformado pelo conhecimento do dominado. Isso se dá nos costumes, na linguagem, nas crenças e nas

²⁰ Destaco o livro de Mariana Kawall Leal **Ferreira**: *Madikauku. Os dez dedos das mãos. Matemática e povos indígenas no Brasil*. MEC/SEF, Brasília, 1998. Ver também as dissertações de Samuel Lopez **Bello**: *Educação Matemática Indígena - Um Estudo Etnomatemático dos Índios Guarani-Kaiová do Mato Grosso do Sul*. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995, e de Chateaubriand Nunes **Amancio**: *Os Kanhgág da Bacia do Tibagi: Um Estudo Etnomatemático em Comunidades Indígenas*. IGCEX/UNESP, Rio Claro, 1999.

²¹ Biblioteca de Autores Españoles, Tomo XCII, *Obras del P. Bernabe Cobo II*, Atlas, Madrid, 1964; p.141.

²² Talvez a referência mais abrangente seja Michael **Closs**, ed.: *Native Americans Mathematics*, University of Texas Press, Austin, 1986.

religiões e em inúmeras outras manifestações de conhecimento. Alguns elementos do conhecimento do dominado se incorporam ao conhecimento do dominador, enriquecendo-o e sendo aceito. Como evidência dessa dinâmica temos a farmacopeia, a culinária, a linguagem, a música, a própria religião. Mas por que não temos exemplos na matemática? Não se propala que matemática é um empreendimento cultural? A matemática do dominado continua ignorada e não reconhecida, quando não reprimida. A matemática tem sido o elemento mais forte de marginalidade e de exclusão.

A marginalidade e a exclusão não se aplicam somente a nações. O mesmo processo se dá na periferia dos grandes centros urbanos.

Desprover o dominado de seu referencial cultural tem sido, ao longo da história, a estratégia mais eficiente de dominação. O baixo rendimento das populações periféricas nos sistemas escolares, particularmente em matemática, deveria ser analisado sob esse enfoque.



Cumprir ordens, por si só, não é suficiente como código de conduta

Obediência e normalidade: uma visão transdisciplinar

Um grupo de cientistas e pesquisadores colocou cinco macacos numa jaula. No meio, uma escada e sobre ela um cacho de bananas.

Quando um macaco subia a escada para pegar as bananas, um jato de água fria era jogado nos que estavam no chão. Depois de um certo tempo, quando um macaco subia a escada para pegar as bananas, os outros que estavam no chão o pegavam e enchiam de pancada. Com mais algum tempo, nenhum macaco subia mais a escada, apesar da tentação das bananas.

Então substituíram um dos macacos por um novo. A primeira coisa que ele fez foi subir a escada, dela sendo retirado pelos outros que o surraram. Depois de algumas surras, o novo integrante do grupo não subia mais a escada.

Um segundo substituto foi colocado na jaula e o mesmo ocorreu com este, tendo o primeiro substituto participado com entusiasmo na surra ao novato.

Um terceiro foi trocado e o mesmo ocorreu. Um quarto e afinal o último dos cinco integrantes iniciais foi substituído. Os pesquisadores então tinham na jaula um grupo de cinco macacos que, mesmo nunca tendo tomado um banho frio, continuavam batendo naquele que tentasse pegar as bananas.

Se fosse possível perguntar a algum deles por que eles batiam em quem tentasse subir a escada, com certeza, dentre as respostas, a mais frequente seria:

-- Não sei, mas as coisas sempre foram assim por aqui.

O noticiário internacional foi recentemente dominado pelo processo movido por vários países europeus para processar o General Pinochet e pelo seu retorno ao Chile, por alguns considerado humilhante, por outros triunfante. Pinochet praticou as maiores atrocidades quando detendo o poder total no Chile, agindo coerentemente com alguns princípios por ele considerados sagrados.

As atrocidades cometidas pelos nazistas quando estavam no poder na Alemanha, sob o regime de Adolf Hitler, ainda estão vivas na nossa memória. Ele cumpria o que considerava

sua missão de proteger a pureza da raça contra o perigo que representava o diferente, particularmente os judeus, os homossexuais, os ciganos e outros tantos diferentes, e a ameaça do comunismo ao sistema econômico vigente. Estava agindo em coerência com seu credo, exposto no *Mein Kampf*.

Trata-se de indivíduos que, coerentes com seus credos, praticam ações condenáveis. Melhor dizendo, ordenam essas ações. Quem as executa?

Numa instigante fábula, Ismael, um gorila sábio, diz ao homem:

“Ontem você disse que tem a *impressão* de ser um cativo. E isso porque sofre uma enorme pressão para ocupar um lugar, qualquer que seja, na história que sua cultura está encenando no mundo. Essa pressão é exercida de todas as maneiras, em todos os níveis,... Seu lugar é *aqui*, participando dessa história, fazendo parte da engrenagem e, como recompensa, sendo alimentado”.¹

A fábula de Ismael gira em torno daquilo que se incorporou à cultura como normal. É assim porque assim deve ser. Nessa normalidade cabe a cada um de nós um comportamento esperado, a encenação de um papel que nos é dado pela complexidade da vida em comunidade. O cumprimento do papel é esperado e aceito como comportamento normal. O comportamento não esperado é anormal, é reprimido e punido. O anormal, em suas várias formas, é marginalizado e excluído.²

Os chamados psicóticos ou psicopatas que têm comportamento agressivo contra outros indivíduos, contra fatos naturais e contra eles mesmos, são considerados anormais. Nessas suas manifestações, eles são notados pela sociedade que procura cuidá-los, algumas vezes com a intenção de reintegrá-los, outras vezes de excluí-los.³

No entanto, os indivíduos que se comportam na sociedade aceitando como normal as coisas como elas são, pois assim devem ser, passam tranquilos, são considerados e muitas vezes até aplaudidos. São os que aceitam, sem qualquer reflexão crítica, o seu papel na encenação a que me referi acima.

¹ Daniel Quinn: *Ismael. Um Romance da Condição Humana*, trad. Thelma Médici Nóbrega, Editora Fundação Peirópolis, São Paulo, 1998; p.42

² Normalidade e exclusão encontram uma das melhores análises na vasta obra de Michel Foucault.

³ Assim se explicam os processos de exorcizar, nas suas várias formas. A ficção nos oferece exemplos muitas vezes de muito impacto. Um exemplo recente de exorcismo científico nos foi mostrado na novela de Anthony Burgess, *A Laranja Mecânica* (1962), que em 1971 Stanley Kubrick transformou num filme de grande impacto.

Grandes males vêm sendo perpetrados ao longo da história da humanidade por indivíduos que executam, obedientemente e sem qualquer crítica, o que lhes é ordenado, muitas vezes apenas sugerido. São os chamados **normopatas**, sem dúvida causadores de maiores danos à coletividade que os psicopatas.

A normopatia está associada à aceitação de uma ordem natural, ditada por sabedoria divina, e isto é marcante na cultura ocidental.

O grande pensador Sri Aurobindo (1872-1950) escreveu, numa das mais interessantes apreciações da cultura ocidental:

“Para a filosofia ocidental, uma crença intelectual fixa é a parte mais importante de um culto, é a essência de seu significado e o que o distingue dos outros. Assim são que as crenças formuladas fazem verdadeira ou falsa uma religião [uma teoria, uma filosofia, uma ciência], de acordo com sua concordância ou não com o credo de seus críticos.”

O comportamento e o conhecimento se constroem sobre crenças intelectuais basilares, por muitos chamadas paradigmas. Comportar-se e conhecer são identificados com o fazer e o saber. Na filosofia ocidental, que culmina com a chamada filosofia moderna, saber e fazer comparecem como ações distintas. O saber está associado ao espiritual, à mente, ao intelectual, ao colarinho branco. O fazer está associado ao material, ao corpo, ao manual, ao colarinho azul. As consequências dessa dicotomia e a valorização do saber sobre o fazer são evidentes na organização da sociedade moderna. Na economia e na própria burocracia.⁴ Todo um processo de exclusão e de hierarquização está ancorado nessa dicotomia. Quem sabe manda e o fazer é interpretado como um ato de obediência.

Qual a intensidade da obediência? Ao discutir o comportamento humano e a subordinação do indivíduo à autoridade, Leibniz refere-se à Igreja Romana e diz: “esta necessidade [de obedecer à Igreja Romana] exige apenas uma docilidade razoável, não obrigando em absoluto ao assentimento, conforme os ensinamentos dos mais sábios doutores dessa Igreja”.⁵

Saber e fazer estão intimamente associados. O fazer consciente é resultado do saber, assim como o saber resulta da reflexão sobre o fazer. Conhecimento/saber e comportamento/fazer

⁴ “Economia do conhecimento” e “riqueza do saber” tornaram-se clichês. Curioso lembrar que na França revolucionária fundou-se a *École Polytechnique*, com forte ênfase nos cursos de matemática, com a finalidade de formar os quadros burocráticos e de gerenciamento para a nova República Francesa.

⁵ G.W. Leibniz: *Novos Ensaios sobre o Entendimento Humano*, trad. Luiz Batista Baraúna, Nova Cultural, São Paulo, 1999; p.532.

guardam uma relação que poderíamos chamar simbiótica. A aquisição da consciência é a efetivação dessa simbiose pelo ser humano.

Será que outras espécies vivas têm consciência de seus atos?

A primeira questão que se nos apresenta é se há crenças intelectuais universais que atravessam tempo e espaço. Não há. Crenças intelectuais são relativas e resultado de um elaborado processo de geração, organização e transmissão e difusão de maneiras de explicar, de entender, de lidar com o entorno natural e social.

Obediência, valores, conhecimento e comportamento

A palavra obediência tem origem latina. Seu uso se intensifica a partir do século XII como subordinação aos preceitos e autoridades eclesiásticas, aos quais se subordinava o poder constituído. Na verdade, essas autoridades davam legitimidade ao poder.

Não se pode falar de obediência sem examinar os conceitos de poder e de autoridade. Muitos identificam poder com autoridade. Outros veem na autoridade uma fonte de poder.⁶ No âmbito social, que mais nos interessa, acredita-se que quem possui autoridade tem o direito de mandar e exercer o poder e aqueles que estão sujeitos à autoridade têm o dever de obedecer. Portanto, a aceitação de um poder como legítimo implica a obediência incondicional às ordens e às diretrizes emanadas das autoridades associadas ao poder. Essa obediência está sujeita a certas esferas de atividades, está subordinada a um espaço delimitado e é sujeita a desgaste e contestação no correr do tempo. A fim de prosseguir no seu exercício, a autoridade deve, de tempos a tempos, reafirmar a legitimidade do poder no qual ela está ancorada.

Na esfera política, esta legitimidade se obtém com uma renovação de poder como resultado de eleições conduzidas num processo constitucional. Nos regimes ditatoriais, a legitimidade é justificada como um modo de proteção contra inimigos externos e seus cúmplices internos. No caso de autoridades carismáticas, elas dependem da realização de ações extraordinárias ou místicas para renovar sua legitimidade.

Na sociedade moderna, a autoridade é exercida em vários domínios institucionais: o poder dos pais sobre os filhos nas famílias, o poder do mestre sobre os alunos na escola, o poder do chefe de uma igreja sobre os fiéis, o poder de um empresário sobre os trabalhadores, o de um chefe sobre seus subordinados, o poder do governo sobre os cidadãos.

⁶ Uma boa síntese das várias linhas de pensamento sobre autoridade e poder pode ser vista em Norberto Bobbio, Nicola Matteucci e Gianfranco Pasquino: *Dicionário de Política*, trad. L.G.P.Cacais et al., Editora Universidade de Brasília, Brasília, 1986.

Esse exercício de autoridade é considerado normal e, portanto, a obediência é esperada. O poder, em cada um desses domínios, resulta do próprio processo de institucionalização. A desobediência é prevenida de vários modos, sobretudo graças a um sistema educacional que dá à obediência caráter de normalidade.

Como é conseguida a obediência à autoridade que é aceita como legítima? Em outros termos, o que legitima uma sociedade? Eric Voegelin distingue basicamente duas características de uma sociedade: sua coesão, como se fosse uma realidade fechada (um *cosmion*), pela aceitação de um conjunto de leis, instituições, mecanismos de renovação do poder; uma representação existencial, traduzida na ideia ou cultura política que anima a sociedade. Na esfera política a legitimação resulta da concordância dessas duas características. Um outro tipo de legitimação resulta de como as sociedades veem a sua razão de ser. Na China, na Índia, no Egito, na Mesopotâmia, nas Américas, a civilização se via integrada numa ordem cósmica e o poder era legitimado pela harmonização com essa ordem. Outras civilizações, como aquelas que têm como fundamentação a tradição mosaica, a legitimação está implícita em regras e verdades reveladas. A obediência é o caminho para a salvação.

A obediência é, muitas vezes, resultado de temor de represálias pela autoridade legítima. Desde o temor de punição eterna, num cenário místico, até o temor de punições físicas, como suplício, mutilação e morte, de punições materiais, como multas e confiscos, e de punições morais, como censura, confinamento e exclusão.

Mas a ameaça de represálias geralmente não está no discurso que respalda o poder e as autoridades. A obediência se obtém de maneira mais sutil, sem recurso às ameaças. Mais comumente se dá através de recompensas, tais como prêmios, distinções e cooptação nos círculos de poder. A expectativa de saborear migalhas dá a sensação de estar participando do banquete!

Mas, talvez, a forma mais eficiente de se obter obediência se dá através de um sistema educacional que inculca valores que servem de apoio às normas vigentes e aos estilos de comportamento que convêm ao poder.

Uma discussão sobre valores não pode escapar de uma reflexão sobre a relação meios-fim. E uma discussão sobre educação tampouco pode escapar dessa relação que se traduz em afirmações sobre a importância da educação. São valores associados à ação educativa. Espera-se o efeito da ação educativa no comportamento dos indivíduos. O currículo, que é a estratégia da ação educativa, tem como finalidade o comportamento dos indivíduos que passam pelo processo. Como o currículo é baseado em conhecimento, em saberes e fazeres, somos levados a uma questão maior: como se relacionam conhecimento e comportamento?

Sempre ficamos chocados quando vemos uma pessoa com um bom nível de conhecimento comportando-se de maneira criticável, algumas vezes até abominável. Por que o conhecimento não influi no seu comportamento? Paradoxalmente, o conhecimento é muitas vezes utilizado para um comportamento ainda mais criticável.⁷

Uma outra forma de obediência é assumir como normal a prática de consumismo irresponsável, ganância desmedida e corrupção. Perguntamos por que mesmo aqueles indivíduos que tiveram educação esmerada e adquiriram um bom nível de conhecimento não têm um comportamento adequado?

Categorias de análise

Para abordar essas questões, devemos entender a natureza humana e o fenômeno conhecimento, uma característica da nossa espécie. Nenhuma outra espécie animal revela conhecimento com as características da humana. Para isso, precisamos um enfoque teórico. As teorias resultam da escolha de categorias de análise.

Minha visão de homem repousa sobre a análise das seguintes categorias:

- COSMOS;
- PLANETA;
- VIDA, COMO A RESOLUÇÃO DAS RELAÇÕES ENTRE CADA INDIVÍDUO, SOCIEDADE E NATUREZA;
- SOBREVIVÊNCIA DO INDIVÍDUO E DA ESPÉCIE;
- HOMEM, COMO UMA ESPÉCIE DIFERENCIADA;
- TRANSCENDÊNCIA;
- INTERMEDIações, CRIADAS PELO HOMEM, ENTRE INDIVÍDUO, SOCIEDADE E NATUREZA;
- COMPORTAMENTO;
- CONHECIMENTO;
- CONSCIÊNCIA;
- COMUNICAÇÃO.

O problema fundamental é entender a relação entre o INDIVÍDUO e o seu COMPORTAMENTO, isto é, entre O SER [substantivo] e O SER [verbo].

Ao longo da sua curta história, o homem tem procurado explicações sobre quem é — e tem se acreditado o favorito de algum deus — sobre o que é — e tem se acreditado um sistema complexo de músculos, ossos, nervos e humores — sobre como é — e tem se acreditado

⁷ Basta atentar para o fato que um dos crimes mais execráveis, que é o sequestro para retirada de órgãos, só é possível com a participação de médicos e engenheiros com formação especializada.

uma anatomia com vontade — e, sobretudo, quanto pode — tem se acreditado sem limitações à sua vontade e ambição.

Na procura de entender quem é, o que é, como é, o homem constrói história, religião, ciência, arte. E na explicação do quanto pode, concebe o poder. Essas explicações determinam a construção de modos de comportamento e de modos de conhecimento.

Temos avançado muito no conhecimento **do** ser humano. Mas a grande angústia existencial, que resulta de não se encontrar uma resposta satisfatória à questão maior “por que sou?”, dá origem a contradições na qualidade **de** ser humano.

As violações da dignidade humana na civilização moderna, que chegam até a eliminação de indivíduos, mostram o risco de inviabilidade de uma sociedade equitativa e possibilitam uma agressividade desmesurada contra a natureza. As distorções da maneira como o homem tem se acreditado induziram poder, prepotência, ganância, inveja, avareza, arrogância, indiferença. Mas, jamais, se tentou encarar o busílis da questão: a própria questão do conhecimento.

O conhecimento tem sido fragmentado em disciplinas, com o fim de justificar nossas ações — desencorajando críticas — e dar um caráter de verdade absoluta àquilo em que se acredita.

O cosmos, o planeta e a vida

Para entender o fenômeno vida, como algo inconcluso e complexo, em permanente transformação, sujeito a uma dinâmica que não conhecemos, é necessário conhecer o cosmos e o nosso habitat - o planeta Terra.

Explicar o cosmos tem sido uma das primeiras motivações para construir sistemas de conhecimento. Tem havido muito progresso nessas explicações. Também, as explicações sobre o planeta Terra e sobre o fenômeno vida têm avançado rapidamente. As explicações sobre cosmos, Terra e vida revelam incertezas e contradições que são naturais em todos os sistemas de explicações. Isso reflete nos conflitos entre criacionistas e evolucionistas que têm dominado as discussões sobre as origens do homem. Mas esses conflitos não são tão sérios quanto parecem. O grande desafio é construirmos sistemas sociais e políticos que dependem da natureza do comportamento humano. E sobre isso sabemos muito pouco, quase nada.

A vida como uma tríade

Na proposta a seguir, identificamos três elementos fundamentais para que a vida se realize, e que represento no que chamo TRIÂNGULO DA VIDA:

INDIVÍDUO - NATUREZA

INDIVÍDUO - SOCIEDADE

NATUREZA - SOCIEDADE

Os três componentes - INDIVÍDUO, NATUREZA e SOCIEDADE - são mutuamente essenciais. A vida significa a resolução desse triângulo indissolúvel. Nenhum dos três componentes tem qualquer significado sem os demais.

O indivíduo é um organismo vivo, complexo na sua definição e no funcionamento de seu CORPO, que age em coordenação com o CÉREBRO, órgão responsável pela organização e execução de suas ações. UM CORPO e UM CÉREBRO mutuamente essenciais, UMA SÓ ENTIDADE.

Os diferentes órgãos de um indivíduo interagem para manter o organismo vivo. Mas essa interação não pode se limitar ao organismo. Na verdade, a interação não pode ser no organismo, mas na tríade indivíduo/sociedade/natureza. Essa interdependência mútua é que deve servir de fundamento para qualquer reflexão sobre valores. Não se pode discutir valores fora dessa tríade.

Em todas as espécies, na busca de sobrevivência, o indivíduo se sujeita a comportamentos vitais básicos [meios]:

reconhece o outro,

aprende,

é ensinado,

adapta-se

e cruza

com os objetivos [fins] de SOBREVIVER e de dar CONTINUIDADE À ESPÉCIE.

Uma questão maior, ainda não respondida, é “QUAIS AS FORÇAS QUE LEVAM OS SERES VIVOS A ESSES COMPORTAMENTOS VITAIS?”.⁸

O homem, como todo organismo vivo, é complexo na sua definição e no seu funcionamento, e está sujeito aos mesmos comportamentos vitais básicos de todo ser vivo. Busca sobrevivência. A sobrevivência depende da resolução do triângulo da vida, que se dá no momento e no local. É uma ação no presente espacial e temporal. Espaço e tempo significam o aqui e o agora.

Diferentemente dos demais seres vivos e mesmo das espécies mais próximas, o homem busca algo além da sobrevivência. Algumas vezes até rejeita sua sobrevivência.⁹

⁸ No seu excelente livro, já clássico, Humberto Maturana e Francisco Varela: *A Árvore do Conhecimento. As bases biológicas do entendimento humano*, Editorial Psy II, Campinas, 1995, introduzem o conceito de autopoiesis para explicar como um organismo se mantém vivo.

⁹ A espécie humana é a única a praticar suicídio. Há uma forma de suicídio de células cancerosas e mesmo a prática individual do suicídio em algumas espécies, mas obedecendo a mecanismos

Esse algo mais é a superação do presente, estendendo sua percepção de espaço e de tempo para além do presente e do visível. O homem incursiona no passado e no futuro. Indaga sobre o quê e como foi e sobre o quê e como será. Procura explicações sobre o passado e predições sobre o futuro. Transcende espaço e tempo, criando representações sobre o que não vê.

Além de buscar **sobrevivência**, como todo ser vivo, o homem busca também **transcendência**, como nenhum outro ser vivo.

As intermediações criadas pela espécie humana

Onde se situa a diferença de comportamento entre a espécie humana e as demais espécies?

O **comportamento** humano resulta de duas grandes pulsões:

1. a sobrevivência, do indivíduo e da espécie que, como em toda espécie viva, se situa na dimensão do momento;
2. a transcendência do espaço e do tempo que, diferentemente das demais espécies, se situa numa outra dimensão, levando o homem a indagar “por quê?”, “como?”, “onde?”, “quando?”.

Sobrevivência e transcendência guardam uma relação simbiótica e distinguem o ser humano das demais espécies. Na resposta às pulsões de sobrevivência e de transcendência surgem intermediações nas relações essenciais do indivíduo com a natureza e com o(s) outro(s) e o homem incursiona no passado, buscando explicações, e no futuro, buscando predições. Nesse incursionar gera **conhecimento** reconhecido nas habilidades, nas técnicas, nos mitos e nas artes, nas religiões e nas ciências.

A diferença essencial está na criação de intermediações para a resolução do triângulo da vida:

INDIVÍDUO [instrumentos / tecnologia] NATUREZA

INDIVÍDUO [comunicação / emoção] SOCIEDADE

NATUREZA [produção / trabalho] SOCIEDADE

A produção e a utilização dessas intermediações são possíveis graças ao encontro de comportamento e conhecimento. A percepção dos acertos e equívocos desse encontro é o que chamo **consciência**.¹⁰

fisiológicos. Suicídio sem o objetivo maior de dar continuidade à espécie é conhecido somente na nossa espécie.

¹⁰ Ver Ubiratan D'Ambrosio: *A Era da Consciência*, Editora Fundação Peirópolis, São Paulo, 1997.

No encontro com o outro, que também está em busca de sobrevivência e de transcendência, desenvolve-se a **comunicação**.

Valores

O comportamento de cada indivíduo é aceito pelos seus próximos quando subordinados a parâmetros, que denominamos **valores** e que determinam os acertos e equívocos na produção e utilização das intermediações criadas pelo homem para sua sobrevivência e transcendência.

Valores, assim conceituados, relacionam os meios com os fins. Os fins constituem as grandes utopias de indivíduos e de sociedades, dos sistemas de explicações e dos mitos, da cultura. Os meios dependem dos instrumentos materiais e intelectuais de que dispomos, também dependentes da cultura. Assim, os valores são manifestações culturais.

Uma excursão pela história revela que novos meios de sobrevivência e de transcendência fazem com que valores mudem. Mas, alguns valores permanecem:

- respeito pelo outro [diferente],
- solidariedade com o outro,
- cooperação com o outro.

Esses valores constituem uma ética maior, sem a qual a qualidade de ser humano se dilui.

Mas por que a humanidade caminha em direção contrária a essa ética, sem a qual a espécie humana não pode sobreviver?

Essa questão maior tem sido a motivação dos grandes modelos filosóficos, religiosos e científicos.

Os modelos filosóficos, religiosos, científicos propõem “verdades” que têm sido aceitas como absolutas e que constituem sistemas de valores que guiam o comportamento humano.

A prioridade passa então a ser a defesa do sistema de valores. A questão fundamental, que é a busca de sobrevivência associada à transcendência, passa a ser subordinada à defesa do sistema de valores [**fundamentalismos**]. É oportuno lembrar a citação de Aurobindo no início deste trabalho.

Transdisciplinaridade

Os sistemas de valores, da mesma maneira que as ciências e as religiões, são vistos na cultura ocidental como saberes concluídos.

O conhecimento disciplinar, e consequentemente a educação, tem priorizado a defesa de saberes concluídos, inibindo a criação de novos saberes e determinando um comportamento social a eles subordinado.¹¹

O conhecimento disciplinar evoluiu para a multidisciplinaridade praticada nas escolas tradicionais e para a interdisciplinaridade ainda difícil de ser conseguida.

Mas o verdadeiro avanço, abrindo novas possibilidades para o conhecimento, é a transdisciplinaridade.¹²

O saber concluído, por exemplo, as ciências, assim como os sistemas de valores e as religiões, têm uma arrogância intrínseca à própria concepção do concluído.

A transdisciplinaridade, assumindo a inconclusão do ser humano, rejeita a arrogância do saber concluído e das certezas convencionadas e propõe a humildade da busca permanente.

O comportamento humano responde às pulsões de sobrevivência e de transcendência, que estão intimamente ligadas. Vai além de comportamento orientado pelo cérebro. Existe algo mais: a mente, que tem intrigado os filósofos desde a Antiguidade, e a consciência, igualmente intrigante.

Onde se situam mente e consciência? No cérebro que vem sendo tão bem estudado pelos neurologistas? Ou no que se costuma chamar inteligência, hoje bem estudada no âmbito de uma disciplina que se denomina inteligência artificial? E o que é inteligência?¹³

As teorias vão surgindo, vão sendo aceitas ou recusadas, algumas marginalizadas e outras refutadas. Algumas ideias, que são aceitas por se desviarem pouco das anteriores, se tornam

¹¹ Particularmente prejudicial para a evolução da humanidade tem sido a maneira como o estabelecimento, o poder expropriou as religiões derivadas do judaísmo e a ciência que delas resultou e criou mecanismos para desencorajar o surgimento de novas idéias. A academia, utilizando mecanismos brutais de marginalização e exclusão, tais como recusa a emprego, empecilho à publicação, bloqueio a facilidades de pesquisa, difusão de rumores desabonadores e outras tantas estratégias para desencorajar o novo pensar. Há inúmeros exemplos desse tipo de ação. Ver o estudo de Brian Martin: *Strategies for Dissenting Scientists*, *Journal of Scientific Exploration*, vol. 12, nº4, 1998; pp.605-616 e a bibliografia.

¹² Ubiratan D'Ambrosio: *Transdisciplinaridade*, Editora Palas Athena, São Paulo, 1997.

¹³ Cérebro, mente, pensamento, inteligência, consciência são alguns dos termos usados para se escapar do dualismo corpo/mente. Ver o livro do neurofisiologista William H. Calvin: *How Brains Think. Evolving Intelligence, Then and Now*, Basic Books, New York, 1996.

as novas explicações e encontram seu espaço nas universidades.¹⁴ Outras ideias se desviam dos chamados paradigmas e criam novos paradigmas.¹⁵

Mas, geralmente, as propostas de teorias do conhecimento ou filosofias da ciência repousam sobre “ombros de gigante” e por isso encontram um lugar cômodo na universidade. No caso de Popper e Kuhn, ambas as propostas de evolução/revolução estão apoiados numa mesmice evidente. Apoiam-se no mesmo modelo de raciocínio lógico e analítico, na mesma linguagem, nos mesmos modelos de representação, na mesma cosmovisão, nos mesmos critérios de reconhecimento.

Os paradigmas newtonianos e os chamados novos paradigmas

No século XVII, Galileo Galilei (1564-1642), Francis Bacon (1561-1626) e René Descartes (1596-1650) criaram as bases conceituais sobre as quais Isaac Newton (1642-1726) produziu seu trabalho monumental que explica certos fenômenos naturais e que foi rapidamente ampliado para explicar o comportamento humano. Esse sistema de explicações repousa sobre uma matemática muito elaborada, principalmente o Cálculo Diferencial, que se estabeleceu como a linguagem por excelência do paradigma científico proposto por Newton. A matemática se tornou o protótipo das chamadas ciências exatas ou ciências duras.

Hoje, há uma concordância que os métodos científicos e matemáticos são insuficientes para explicar o comportamento humano, a ponto de o matemático Keith Devlin propor uma “matemática mole” [*soft mathematics*]. Devlin duvida que haverá muito alcance para a aplicabilidade da matemática que existe hoje. Diz que, talvez, haja nenhum alcance para essa matemática.¹⁶ A obsolescência da matemática atual é evidente em vista de novas possibilidades de observação e de novos instrumentos intelectuais de análise. Alguns dos importantes valores aceitos pela modernidade, tais como precisão, rigor, certeza, verdade, estão intimamente associados ao pensar matemático. São, portanto, vulneráveis.

Nessa busca de um conhecimento mais amplo, não será possível rejeitar outros modos de pensar e outras visões da natureza do mundo mental, físico e social que são parte de “outras” maneiras de formular e organizar conhecimento. Refiro-me especificamente a

¹⁴ Essa é, em essência, a explicação da evolução do conhecimento proposta por Karl Popper.

¹⁵ Essa é a explicação dada por Thomas Kuhn sobre a evolução, que ele chama revolução, do conhecimento.

¹⁶ Keith Devlin: *Goodbye, Descartes. The End of Logic and the Search for a New Cosmology of the Mind*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1997; p. 283.

culturas que foram excluídas, subordinadas e marginalizadas no processo de dominação colonial.¹⁷

Existo porque penso? valores intelectuais e materiais

O maior equívoco da filosofia ocidental tem sido considerar o homem como um corpo MAIS uma mente, e separar o que sentimos do que somos. O conhecimento tem focalizado CORPO e MENTE, muitas vezes, privilegiando um sobre o outro.

PENSO, LOGO EXISTO?

NÃO. EXISTO PORQUE RESPIRO, BEBO, COMO, EXCRETO, INTUO, CHORO E RIO, E PENSO.

E faço tudo isso diferentemente das demais espécies vivas porque sou, ao mesmo tempo, sensorial, intuitivo, emocional e racional.

O sistema de valores que prevalece é focalizado no intelectual que foi identificado com o “penso”. Possivelmente, aí encontraremos uma valorização do trabalho intelectual sobre o manual e a satisfação de necessidades materiais como uma mera questão de sobrevivência. O valor caridade fica, assim, totalmente deturpado na mera satisfação de necessidades materiais. Esse é o valor mais cultivado nos sistemas escravocratas. O ser [substantivo] escravo deve ser bem alimentado para produzir. Mas o ser [verbo] é privado de liberdade nesse sistema de valores. Como ele é alimentado, ele obedece e acredita na normalidade dessa situação.

Os valores mudam, subordinados ao que prevalece nos sistemas sociais e econômicos.

A proposta da transdisciplinaridade procura responder o “como?” e o “por quê?” dessas diferenças. Outras maneiras de propor a transdisciplinaridade vêm surgindo de muitas áreas do conhecimento. A visão holística, a complexidade ou pensamento complexo, as teorias da consciência, as ciências da mente, a inteligência artificial e inúmeras outras propostas transdisciplinares vêm sendo elaboradas e se tornando conhecidas.

O pensamento complexo tem sido particularmente destacado. Humberto Mariotti propõe cinco saberes que caracterizam o pensamento complexo e que constituem a essência de uma outra maneira de estar no mundo:

- saber ver;
- saber esperar;
-]saber conversar;
- saber amar;

¹⁷ Essa é uma paráfrase de uma reflexão do antropólogo Gary Urton no seu importante livro *The Social Life of Numbers. A Quechua Ontology of Numbers and Philosophy of Arithmetic*, University of Texas Press, Austin, 1997.

- saber abraçar.

O abraço se inicia a partir da mão estendida que é o ponto de partida para o processo de busca da espiritualidade através do encontro com o outro.

Como diz Mariotti, estamos nos

“referindo a algo que pode atenuar um modo de viver segundo o qual com enorme frequência a palavra é separada do real, a justiça se preocupa menos com o sofrimento dos homens do que com a letra da lei, e esta busca verdades que pouco ou nada têm a ver com o "cotidiano.”¹⁸

Nesses comportamentos, está implícito um sistema de valores. Vivenciar esse sistema de valores no cotidiano é o código de conduta que pode redimir o ser humano.

Esse vivenciar implica, muitas vezes, em desobedecer ordens e normas de conduta. Alguns se sentem encorajados a essa desobediência numa ação de grupo. São transgressões que, mesmo sujeitas a repressão, deflagram os grandes movimentos sociais.

Outros, mesmo sem estar amparados por alguma forma de poder e, às vezes, até contrariando a autoridade, têm a coragem de agir só, fazendo valer o maior dom de ser humano, que é o exercício de sua livre vontade.

Cumprir ordens, em conflito com sua vontade, não é suficiente como código de conduta.

¹⁸ Humberto Mariotti: *As Paixões do Ego. Complexidade, Política e Solidariedade*, Editora Palas Athena, São Paulo, 2000; p.324.



Da produção à difusão do conhecimento matemático

III Encontro Luso-Brasileiro de História da Matemática, Coimbra, 7-12 de Fevereiro de 2000

Estou retomando um tema cuja discussão iniciei num simpósio satélite organizado pelo HPM/*International Study Group on the Relations Between History and Pedagogy of Mathematics* durante o ICM 86: *International Congress of Mathematicians*, em Berkeley, Califórnia, 1986. Essencialmente, perguntando o quanto decorre da invenção de uma teoria ou técnica matemática à sua assimilação e difusão nos vários ambientes da sociedade, dos mais próximos [comunidade de matemáticos], à intelectualidade e à população como um todo. Faltavam-me, naquela ocasião, instrumentos teóricos para esse estudo. Agora, utilizando o modelo de ciclo de conhecimento e a metáfora da bacia, retomo esse programa de pesquisa¹.

Embora essa análise não seja estranha a outras manifestações culturais, tem havido pouca atenção ao processo na história da matemática.

Neste trabalho vou focalizar os meios utilizados na recepção do conhecimento matemático pelos países que não participam da sua produção, conhecimento que chega pronto, **congelado**. Um título alternativo seria

DO DESCONGELAMENTO DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO

As metáforas de congelamento e descongelamento são inspiradas, respectivamente, por uma expressão muito usada por Christine Keitel e Paulus Gerdes [matemática congelada], e por um sistema escolar "moderno" que, como um bom forno de micro-ondas, pretende descongelar o conhecimento e torná-lo apetitoso para os jovens. O filme Pink Floyd - *The Wall*, de Alan Parker (1982) inspirou-me para essa metáfora.

¹ Ver Ubiratan D'Ambrosio: *Ethnomathematics. The Art or Technique of Explaining and Knowing. History of Mathematics in the Periphery: The Basin Metaphor*, Max-Planck-Institute für Wissenschaftsgeschichte Preprint 116, Berlin, 1999; 116 pp.

Considerações sobre a produção científica e sua história

No seu importante livro sobre historiografia das ciências, na qual se insere a historiografia da matemática, Helge Kragh² fala em fontes. O elenco de fontes reconhecidas por Kragh é essencialmente o seguinte:

- 1a Cartas.
- 1b Diários, cadernos de laboratório.
- 1c Cadernos, notas pessoais.
- 1d Manuscritos e rascunhos de trabalhos científicos.
- 2a Protocolos e agendas de instituições científicas.
- 2b Relatórios e balancetes de instituições científicas.
- 2c Anúncios e solicitações de empregos e avaliação dos candidatos; documentos relativos à admissão nas sociedades e instituições científicas.
- 2d Solicitação e documentos de concessão de patentes.
- 3a Teses não publicadas; trabalhos e dissertações premiadas, etc.
- 3b Relatórios internos de pesquisa, preprints.
- 3c Artigos científicos publicados e livros (papiros, inscrições, etc.)
- 4a Resenhas.
- 4b Livros texto, provas, notas de aulas.
- 4c Livretos de instrução, tabelas, manuais.
- 5a Autobiografias, memórias.
- 5b Filmes, ilustrações, mapas, fotos, programas de televisão.
- 5c Vídeo e áudio cassetes, programas de rádio.
- 5d Entrevistas, questionários.
- 6a Relatórios oficiais, memorandos de governo, documentos legais.
- 6b Catálogos de fabricantes de instrumentos, editores científicos e outras empresas relacionadas.
- 7a Livros e artigos não-científicos.
- 7b Jornais e periódicos.
- 8a Bibliotecas.
- 8b Bibliografias.
- 9a Edifícios, laboratórios.
- 9b Instrumentos, máquinas, aparelhos.
- 9c Modelos concretos, placas e tabletes.
- 9d Químicos, ervas, coleções de museus.
- 10 Volumes comemorativos, obituários.
- 11 Biografias (não contemporâneas)

² Helge **Kragh**: *An Introduction to the Historiography of Science*, Cambridge University Press, Cambridge, 1987.

12 Reflexões retrospectivas.

13 Trabalhos de história da ciência.

14 Outros trabalhos históricos.

Particularmente 5a e 5d são importantes, sobretudo para países que não têm tradição na produção do conhecimento científico.

Um importante exercício para o historiador das ciências nos países receptores é questionar e completar essa relação de fontes.

Acredito que ao invés de uma metodologia baseada em fontes, dever-se-ia procurar uma metodologia baseada em categorias de análise. Uma proposta é trabalhar com as categorias ESPAÇO e TEMPO como se manifestam em VIDA, PRODUÇÃO, TRABALHO, PODER.

Thomas Söderqvist aponta como fatores críticos na historiografia da ciência contemporânea o excesso de documentação e sugere a conveniência de mapas quantitativos e esforços de síntese para descrever a produção científica³. Esses fatores são de pouca importância para os países receptores.

Por outro lado, Söderqvist destaca o fato de ser necessário contar com atores históricos como interlocutores. Obviamente, esse fator tem importância inversamente proporcional à densidade da comunidade e da produção científica.

Chegamos assim a considerações de natureza quantitativa, sem sentido na historiografia dos países receptores, e questionável para os países produtores⁴.

Mas a análise da produção científica depende de uma compreensão da natureza do conhecimento científico.

O conhecimento científico só pode ser compreendido a partir de sua origem primeira, de sua geração. É um fato que a espécie humana vive em função de duas grandes pulsões, sobrevivência e transcendência.

Na busca da sobrevivência se desenvolvem meios de lidar com o ambiente mais imediato, que fornece o ar, a água, os alimentos, o **outro**, e tudo o que é necessário para a sobrevivência do indivíduo e da espécie. São as TÉCNICAS e os estilos de COMPORTAMENTO individual e coletivo.

Na busca de transcendência se desenvolvem a percepção de passado, presente e futuro, e meios para explicar fatos e fenômenos e o encadeamento de passado, o presente e o futuro.

³ *The historiography of contemporary science and technology*, ed. Thomas **Söderqvist**, Harwood Academic Publishers, Amsterdam, 1997.

⁴ Ver Loet **Leydesdorff**: THE CHALLENGE OF SCIENTOMETRICS. The development, Measurement, and Self-Organization of Scientific Communications, DSWO Press/The University of Leiden, Leiden, 1995.

Esses meios são a memória, individual e coletiva, os mitos e as artes divinatórias, que permitem penetrar o futuro. Na memória e nos mitos estão a HISTÓRIA e as TRADIÇÕES, que incluem as RELIGIÕES e os SISTEMAS DE VALORES. Nas artes divinatórias estão sistemas de explicações como a astrologia, os oráculos, a lógica do *I Ching*, a numerologia e em geral as CIÊNCIAS, através das quais procura-se antecipar o que pode acontecer.

O conhecimento **gerado** em resposta às pulsões de sobrevivência e transcendência é **organizado**, intelectual e socialmente, e é **difundido** presencialmente ou remotamente, em espaço e tempo.

Esquemáticamente, temos o ciclo do conhecimento:

REALIDADE: Natural / sociocultural / ambiental		
⇩ para explicar, entender, lidar com ⇩	⇩ informa ⇩	
⇩ que gera conhecimento ⇩	⇩ indivíduo/povo/sociedade ⇩	⇩ conhecimento mistificado, "filtrado" ⇩
⇩ que é, através de códigos, símbolos e comunicação ⇩	⇩ para servir ⇩	⇩ e, através de sistemas, é difundido como ⇩
⇩ organizado como corpos de conhecimento ⇩	⇩ o poder ⇩	⇩ Institucionalizado em setores e disciplinas ⇩

Esse é o ciclo completo das ideias. Mas a história das ideias, e isto inclui a história das ideias matemáticas, normalmente investiga somente a etapa

organizado como corpos de conhecimento	??????	Institucionalizado em setores e disciplinas

dando pouca atenção para **??????**, isto é, para os mecanismos pelos quais um corpo de conhecimentos passa a ser identificado como setores e disciplinas num processo de institucionalização.

O objetivo da história das ciências tem sido entender a evolução de um corpo de conhecimento, já reconhecido como tal. Naturalmente, nessa visão limitada, ficam excluídos o conhecimento como entendido em outros tempos e o conhecimento de outras civilizações.

A percepção de uma civilização, na qual se insere o que hoje reconhecemos como conhecimento científico, inclui também os conhecimentos artístico, religioso, os valores e os comportamentos. Minha proposta é trabalhar com ESPAÇO e TEMPO como se manifestam em VIDA, PRODUÇÃO, TRABALHO, PODER.

Proponho um programa de pesquisa que aborda o ciclo de conhecimento em todas as suas etapas⁵.

Basicamente, esse programa repousa sobre dez questões básicas:

O que é realidade? *A questão maior é do idealismo vs. materialismo.*

Como o indivíduo recebe informações que deflagram o processo cognitivo? Como funcionam os mecanismos sensoriais? O que é memória? O que é intuição? *Que é o problema central da cognição e da relação cérebro e mente.*

Como se dá a geração individual do conhecimento? *Que procura entender o ciclo da realidade à ação.*

Como se dá a comunicação? Quais seus limites? Quais as consequências da interação comunicativa? *Entender a ação comunicativa e o surgimento da linguagem.*

Qual o processo social de geração do conhecimento? *Isto é, entender a dinâmica dos encontros individuais, sociais e culturais.*

Como o conhecimento já coletivizado se estrutura e é validado como um corpo de conhecimento? O que é verdade? *Que é o objetivo central da epistemologia.*

Como o conhecimento é reconhecido como elemento de poder? *Que é o entendimento do processo político.*

Quais os mecanismos de expropriação e de hierarquização de conhecimento? *Isto é, como o poder se estabelece.*

Como se organiza a difusão do conhecimento? Como se disparte o conhecimento? Quais os interesses e filtros que canalizam esse dispartir? *Que é a estratégia pela qual as estruturas de poder se mantêm.*

⁵ Ubiratan **D'Ambrosio**: Bases historiográficas e metodológicas para uma história e filosofia das ciências na América Latina, *Episteme*, vol.3, n°6, 1998; pp. 300-310.

Como tem sido quebrado o ciclo geração-organização-expropriação-difusão ao longo da história? Que é a grande divergência filosófica entre revolução versus assimilação de conhecimento.

O caso da história da matemática é particularmente ilustrativo da importância de se examinar o ciclo completo. A história do Brasil de Frei Vicente do Salvador, quando se refere à matemática dos indígenas:

“Pois hei tratado neste capítulo do contato matrimonial deste gentio, tratarei também dos mais contratos, e não serei por isso prolixo ao leitor, porque os livros que hão escrito os doutores de *Contractibus* sem os poderem de todo resolver, pelos muito que de novo inventa cada dia a cobiça humana, não tocam a este gentio; o qual só usa de uma simples comutação de uma coisa por outra, sem tratarem do excesso ou defeito do valor, e assim com um pintainho se hão por pagos de uma galinha.

Nem jamais usam pesos e medidas, nem têm números por onde contem mais que até cinco, e, se a conta houver de passar daí, a fazem pelos dedos das mãos e pés. O que lhes nasce de sua pouca cobiça; posto que com isso está serem mui apetitosos de qualquer coisa que vêem, mas, tanto que a têm, tornam facilmente de graça ou por pouco mais que nada.”⁶.

No caso dos processos de conquista, considero de grande importância entender a dinâmica de assimilação do conhecimento do colonizador pelas populações nativas indígenas. É clássico o livro de Juan Diez Freyle, o primeiro livro de aritmética publicado no Novo Mundo.

Retoma-se a pesquisa sobre o conhecimento indígena procurando entender a dinâmica da transformação do sistema nativo por um sistema que assimila o conhecimento do conquistador. A metáfora da bacia nos sugere um roteiro de análise da transformação do conhecimento matemático trazido pelos produtores durante o processo de assimilação.

A falta de fontes tradicionais faz com que a historiografia corrente seja praticamente inútil⁷. O trabalho recente de Gary Urton, sobre o sistema numérico dos quechuas, vai além do conhecimento matemático e fala de uma etnofilosofia⁸. Também estudos recentes sobre

⁶ Frei Vicente do **Salvador**: *História do Brasil 1500-1627*, Revista por Capistrano de **Abreu**, Rodolfo **Garcia** e Frei Venâncio **Willeke**, OFM, Edições Melhoramentos, São Paulo, 1965; pp. 89-90.

⁷ Ver as dissertações de Samuel López **Bello**: *Educação Matemática Indígena - Um Estudo Etnomatemático dos Índios Guarani-Kaiová do Mato Grosso do Sul*. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995, e de Chateaubriand Nunes **Amancio**: *Os Kanhgág da Bacia do Tibagi: Um Estudo Etnomatemático em Comunidades Indígenas*. IGCEX/UNESP, Rio Claro, 1999. A tese de doutoramento de Samuel López **Bello**: *Etnomatemática: Relações e Tensões entre as Distintas Formas de Explicar e Conhecer*, FE/UNICAMP, 2000, estuda a situação das culturas andinas no momento.

⁸ Gary **Urton**: *The Social Life of Numbers. A Quechua Ontology of Numbers and Philosophy of Arithmetic*, University of Texas Press, Austin, 1997.

cognição com referência especial à matemática apontam para uma ampliação das fontes que possibilitam entender a geração, a organização e a difusão do conhecimento matemático⁹.

Essas novas linhas de pesquisa em história e filosofia da matemática reconhecem a necessidade de examinar a multiplicidade de fatores que intervêm na elaboração do conhecimento matemático, como é a proposta do ciclo de conhecimento de se examinar solidariamente, num enfoque holístico, a geração, a organização e a difusão do conhecimento.

Essa proposta é igualmente importante para se estudar a história, a filosofia e consequentemente a educação, da matemática acadêmica, originária das culturas mediterrâneas e difundida e assimilada por toda a Europa e a partir do século XVI por todo o mundo. Esse processo é ainda pouco conhecido.

Como exemplo, lembramos a assimilação lenta dos algarismos indo-arábicos na península ibérica e a resistência do sistema luso-românico. Segundo Joaquim Barradas de Carvalho, os algarismos indo-arábicos aparecem "[de maneira] ainda muito tímida" somente em 1415, no *Livro da Virtuosa Bemfeitoria*, do Infante Dom Pedro, e de maneira dominante sobre os luso-românicos, no *Esmeraldo de Situ Orbis*, de Duarte Pacheco Pereira, em 1507¹⁰. Esse fato, que tem importantes consequências para o desenvolvimento da matemática portuguesa a partir do século XVI, e consequentemente brasileira, dificilmente será explicado com a historiografia corrente.

Focalizando 7a [Livros e artigos não-científicos]

e 7b [Jornais e periódicos]

Os livros editados no Brasil têm sido objeto de importantes estudos¹¹. Sobre artigos chamados não-científicos, há poucos estudos. Mas o que são artigos não-científicos? Esse é um critério muito vulnerável.

⁹ Destaco os livros dos neuropsicólogos Brian **Butterworth**: *What Counts. How every brain is hardwired for math*, The Free Press, New York, 1999, e Stanislas **Dehaene**: *The Number Sense. How the Mind Creates Mathematics*, Oxford University Press, Oxford, 1997, e do zoólogo A. K. **Dewdney**: *A Mathematical Mystery Tour: Discovering the Truth and Beauty of the Cosmos*, John Wiley and Sons, New York, 1999.

¹⁰ Joaquim Barradas de **Carvalho**: *Esmeraldo de Situ Orbis de Duarte Pacheco Pereira*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1991; p. 749.

¹¹ Destaco Wagner Rodrigues **Valente**: *Uma história da matemática escolar no Brasil (1730-1930)*, Anna Blume/FAPESP, São Paulo, 1999, e Circe Mary Silva da **Silva**: *A Matemática Positivista e sua Difusão no Brasil*, Editora da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 1999.

Para ilustrar essa vulnerabilidade destaco o artigo de José Saturnino da Costa Pereira (1773-1852) sobre Cálculo das Variações, publicado na revista *O Patriota*¹². O periódico, de vida breve, é mencionado por Varnhagem como "um periódico científico", enquanto o próprio periódico se apresenta como "Jornal Literário, Político, Mercantil, etc.". Pergunta-se: qual o objetivo de publicar tal artigo, de interesse muito restrito, num periódico com essas características? Uma hipótese é um nível muito elevado da intelectualidade brasileira na época. Curiosamente, na mesma revista há uma publicação de Garção Stockler sobre poesia. E o primeiro matemático brasileiro, Joaquim Gomes de Souza (1829-1864), destacou-se pela publicação de uma antologia poética. Outra hipótese é a amplitude do interesse daqueles que se dedicavam à matemática. Polímatas?

No que se refere a jornais e publicações periódicas, há importantes estudos em vários países. Uma coletânea de artigos sobre as revistas europeias foi organizada por Elena Ausejo e Mariano Hormigón¹³.

A referência básica para a produção matemática até a Segunda Guerra Mundial é o *Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik* (FdM), fundado em 1868. Em 1870, o FdM relacionava 12 publicações dedicadas exclusivamente à matemática e 64 onde apareciam trabalhos de matemática. Esses números passam respectivamente a 40 e 85 em 1900 e a 56 e 189 em 1925¹⁴. Com a Segunda Guerra Mundial a revista deixa de existir, e surgem o *Mathematical Reviews* e o *Zentralblatt für Mathematik und ihre Grenzgebiete*, as referências básicas sobre produção matemática. Indicadores como o *Citation Index* e similares oferecem enormes distorções, particularmente para os países periféricos na produção do conhecimento¹⁵.

Por que há revistas matemáticas? Nas primeiras linhas da introdução à obra citada, Mariano Hormigón diz que "*hay actividades humanas que si no se vem reflejadas en las páginas impresas de un periódico o revista se podría considerar que no existen*".¹⁶

Seria importante ter um perfil das revistas dos países receptores e analisar sua produção. Certamente a grande motivação que leva os países receptores a criar suas publicações matemáticas não é realizar o ciclo do conhecimento, possibilitando o processo de socialização, mas sim dar evidência de uma atividade considerada importante.

¹² José Saturnino da Costa **Pereira**: PROBLEMA: Entre todos os sólidos de igual superfície, achar o que tem máximo volume, *O Patriota*, fevereiro de 1813, 2º vol., pp.3-7.

¹³ Elena **Ausejo** y Mariano **Hormigón**, eds.: *Messengers of Mathematics: European Mathematical Journals (1800-1946)*, Siglo XXI de España Editores, S.A., Madrid, 1993.

¹⁴ Lubos **Novy**: Le Journal Tchèque des Mathématiques et de la Physique, E.Ausejo y M.Hormigón, *op.cit.*; pp.219-233.

¹⁵ Ver o trabalho de Loet **Leydesdorff**, mencionado na Nota 4.

¹⁶ *op.cit.*; p.vii.

De acordo com Antonio Monteiro, a primeira revista matemática dedicada exclusivamente à matemática é o *Jornal de Sciencias Mathematicas e Astronomicas*, fundada em 1877 por Francisco Gomes Teixeira. *Portugaliae Mathematica* é fundada em 1937, e a *Gazeta de Matemática* em 1940¹⁷.

No Brasil temos poucos estudos sobre periódicos de matemática.

Não pretendo nessas considerações mencionar todas as publicações que surgiram no Brasil a partir de meados do século passado. Destaco algumas para efeito de ilustrar a necessidade de mais pesquisa nessa área.

O *Jornal de matemática pura e aplicada*, fundado em 1936 em São Paulo, teve apenas um número¹⁸. *Summa brasiliensis mathematica* foi fundada em 1945. E, coordenada com ela, surgiu o *Boletim da Sociedade de Matemática de São Paulo*, em 1946. Alguns artigos do *Boletim* eram também publicados no *Summa*. Certamente uma estratégia para que alguns artigos de maior repercussão, tivessem circulação internacional. Em 1958 temos o *Anuário da Sociedade Paranaense de Matemática*. Com o encerramento da Sociedade de Matemática de São Paulo, em 1964, e a fundação da Sociedade Brasileira de Matemática, foi fundado o *Boletim da Sociedade Brasileira de Matemática*, revista de considerável prestígio internacional.

Com seções de matemática, mas publicando também outras ciências, temos o tradicional *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, a partir de 1929. Destaca-se, em 1950, o aparecimento da *Revista Científica*, baseada na Faculdade Nacional de Filosofia.

Recentemente, André Luis Mattedi Dias localizou a *Revista Brasileira de Mathematica*, praticamente desconhecida dos historiadores da matemática e muito provavelmente inexistente nas bibliotecas brasileiras¹⁹. O primeiro número foi publicado em setembro de 1929 como *Revista Brasileiro de Mathematica Elementar*, a partir da Escola Polytechnica da Bahia e da Escola Normal da Bahia. A revista saía bimensalmente e a partir de setembro de 1930 passou a se chamar *Revista Brasileira de Matemática*. Em maio de 1931 passou a ser publicada no Rio de Janeiro. Mattedi recuperou 14 fascículos da revista.

Esses fascículos mostram coisas interessantíssimas, revelando muito da vida social e política da época. Novos nomes que entram no cenário do mundo acadêmico no início da década de

¹⁷ Bons estudos sobre as duas publicações estão publicados. Destaco Alfredo Pereira **Gomes**: *Portugaliae Mathematica. Um Marco histórico na Investigação Matemática Portuguesa*, Publicações de História e Metodologia da Matemática n° 5, Departamento de Matemática da Universidade de Coimbra, 1997; e Maria Zélia Almeida Pinto **Bilhoto**, *A Gazeta de Matemática*, Tese, Universidade do Minho, 1995.

¹⁸ Ver Ubiratan **D'Ambrosio**: O "Seminário Matemático e Físico da Universidade de São Paulo": Uma Tentativa de Institucionalização na Década de Trinta *Temas e Debates*, ano VII, n. 4, 1994; pp.20-27.

¹⁹ André Luis Mattedi **Dias**: A Revista brasileira de Mathematica (1929-193?), a aparecer.

trinta, que foi o momento mais importante da política brasileira no século XX. Nota-se a presença de Carlos Marighela, uma das principais figuras na resistência ao governo militar que se instalou no Brasil em 1964, dirigindo uma seção da revista.

Os primeiros números da revista traziam, quase exclusivamente, traduções de artigos publicados no exterior. Aos poucos foi aumentando o número de artigos de brasileiros.

Uma outra linha de publicações periódicas se refere àquelas de natureza didática e de divulgação. Alguns desses periódicos têm importantes contribuições para a educação matemática e para a história da matemática. Não vou mencionar as publicações correntes em língua portuguesa.

É importante lembrar tentativas passadas. Na divulgação, merece especial destaque a revista *Al-Karismi*, dirigida por Malba Tahan, fundada em 1950. A obra de Malba Tahan, na qual se destaca *O Homem que Calculava*, é objeto de crescente interesse²⁰.

Em 1953, alunos do Departamento de Matemática da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, fundaram, com total apoio dos professores, *Notas de Matemática e Física*. Na apresentação lemos: "NOTAS DE MATEMÁTICA E FÍSICA é a concretização das aspirações dos alunos da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, ansiosos por uma publicação especializada onde pudessem apresentar trabalhos e, sobretudo, proporcionar aos professores secundários e aos colegas uma leitura que completasse os seus conhecimentos, mantendo-os sempre a par dos assuntos que lhes são de interesse." Foram publicados apenas três números. Na verdade, aparecem mais trabalhos de professores que de alunos. Mas é mantido um nível de originalidade, procurando-se uma integração entre pesquisa e temas de interesse didático. Pode-se dizer que a preocupação dos alunos foi compartilhada pelos professores, então catedráticos, e assistentes. Pode-se interpretar essa preocupação de pesquisadores com questões didáticas como um precursor do seu importante envolvimento com o movimento da matemática moderna em São Paulo na década de 60²¹.

Uma dissertação recente, de Ena Nunes Tassinari, faz o estudo de duas importantes iniciativas de revistas de educação matemática que partiram da Universidade Estadual Paulista/UNESP, Campus de Rio Claro, na década de setenta²².

²⁰ Cristiane Coppe de **Oliveira** prepara uma dissertação sobre a vida e a obra de Malba Tahan, na UNESP/Rio Claro.

²¹ Ver a esse respeito Beatriz Silva **D'Ambrosio**: *The dynamics and consequences of the modern mathematics reform movement for Brazilian mathematics education*, Doctoral Dissertation, Indiana University, Bloomington, 1987.

²² Ena Nunes da Costa **Tassinari**: *A Voz do Passado e a Memória dos Homens: um estudo sobre os periódicos (1974-79) antecedentes ao BOLEMA*, Dissertação de Mestrado, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 1999.

Tassinari estuda o *SAPEANDO-Boletim do SAPO* [Serviço de Apoio e Orientação Pedagógica], criado em 1974 por iniciativa de Mario Tourasse Teixeira. Com muitas inovações, o SAPEANDO se desdobrou em outras formas de divulgação, com alcance profissional, tais como coleções didáticas e histórias em quadrinhos. Poderíamos dizer que as publicações do SAPO constituem uma adaptação da literatura de cordel ao mundo acadêmico. Há discussões de muito bom nível sobre questões difíceis na didática e filosofia da matemática, em linguagem de cordel. Foi uma experiência muito interessante que perdurou até 1979.

Em 1984, sob forte influência do SAPO, foi criado o *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*. Hoje uma revista conceituada internacionalmente, o BOLEMA foi lançado em 1984, absolutamente integrado com o Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da UNESP, Campus de Rio Claro, o primeiro programa do gênero credenciado no Brasil.

No cuidadoso estudo do BOLEMA feito por Ena Tassinari pode-se constatar a evolução da área de Educação Matemática no Brasil. Juntamente com outras publicações periódicas, particularmente a *Revista do Professor de Matemática*, da Sociedade Brasileira de Matemática, e a *Zetetiké*, do CEMPEM, Faculdade de Educação da UNICAMP, a área de Educação Matemática no Brasil ocupa uma posição de destaque internacional.

Para concluir

"Livros e artigos não-científicos, Jornais e periódicos", que constituem importantes fontes para a historiografia da matemática, dificilmente revelam a produção matemática nos países receptores que iniciam sua produção. A opção de publicar no exterior e em línguas internacionais é real e legítima. Lembremos que Pedro Nunes publicou as *Libro de Álgebra en Aritmetica y Geometria* em espanhol.

No entanto, como diz António Nóvoa "A análise da imprensa permite aprender discursos que articulam práticas e teorias, que se situam no nível *macro* do sistema mas também no plano *micro* da experiência concreta, que exprimem desejos de futuro ao mesmo tempo que denunciam situações do presente. Trata-se, por isso, de um *corpus* essencial para a história da educação, mas também para a criação de uma outra cultura pedagógica²³."

As publicações oferecem importante fonte para o estudo da evolução da sociedade no processo de assimilar cultura vinda dos países centrais. Essencialmente, estamos examinando como se dá o processo de descongelamento, isto é, como uma sociedade cria os meios para que aquilo que é produzido por uma outra cultura se incorpore ao cotidiano da elite, num processo de difusão.

²³ António **Nóvoa**: A Imprensa de Educação e Ensino: Concepção e Organização do Repertório Português, *Educação em Revista. A Imprensa Periódica e a História da Educação*, Denice Barbara **Catani** e Maria Helena Camara **Bastos**, organizadoras, Escrituras, São Paulo, 1997; p.11.



A relação entre teoria e prática pedagógica na Educação infantil e fundamental

Neste trabalho farei algumas reflexões teóricas e, em certos momentos, algumas sugestões para a prática na Educação infantil e fundamental.

Início com uma breve reflexão sobre as crianças que frequentam as escolas nessas faixas de escolaridade. Até terminar a 4ª série da Escola Fundamental a criança ainda se mantém mais próxima à tutela familiar. Os maiores problemas que surgem se referem à aceitação e à busca de uma identidade. Nas quatro últimas séries da Escola Fundamental, a questão da adolescência é muitíssimo mais complexa, sobretudo devido aos riscos que advêm de um necessário afrouxamento da tutela familiar. Em ambas as faixas, a questão do conhecimento é fundamental. Perguntar “por quê?” domina ambas as faixas, mas na adolescência passa por um processo de inibição. Em todas as faixas etárias, particularmente na Educação infantil e fundamental, o que domina o pensamento é a busca de razões, de explicações, de saber, de conhecimento. Neste trabalho, vou refletir sobre o problema do conhecimento e seu reflexo no comportamento.

O que é Educação?

Vejo Educação como uma estratégia de estímulo ao desenvolvimento individual e coletivo mantida pelas sociedades com a finalidade de terem sua continuidade.

Hoje, no processo de globalização que caracteriza o mundo moderno, a Educação não se resume à prática escolar. Muito se passa fora da escola.

Consequentemente, a Educação é uma estratégia contextualizada. Procuro entender a evolução da Educação e analisar as tendências como as vejo no estado atual da civilização.

A Educação em geral depende de variáveis que se aglomeram em direções muito amplas: a) o aluno que está no processo educativo, como um indivíduo procurando realizar suas aspirações e responder às suas inquietudes; b) sua inserção na sociedade e as expectativas da sociedade com relação a ele; c) as estratégias dessa sociedade para realizar essas expectativas; d) os agentes e os instrumentos para executar essas estratégias; e) o conteúdo que é parte dessa estratégia.

De modo geral, a análise dessas variáveis tem se constituído em algumas especialidades: a) --> aprendizagem e cognição; b) --> objetivos e filosofia da Educação; --> c) ensino e

estrutura e funcionamento da escola; d) --> formação de professores e metodologia; e) --> conteúdo.

Lamentavelmente, na organização dos nossos cursos de formação de professores, e igualmente na pós-graduação, tem havido grande ênfase reducionista em algumas dessas áreas, com exclusão de outras. E cria-se a figura dos especialistas, com suas áreas de competência. Aos psicólogos compete se preocuparem com a); aos filósofos com b); aos pedagogos com c) e d); e aos especialistas nas disciplinas do programa com e).

Como se fosse possível separar essas áreas!

O problema da Educação é fortemente notado nas disciplinas. Mesmo nas disciplinas consideradas menos afetadas por fatores externos, como é o caso da Matemática, essa influência é sentida. Isso está muito explícito no pensamento de José Valdir Floriani quando diz: "São muitos os fatores que condicionam o êxito da inovação pedagógica, estando a maioria deles totalmente fora do controle dos professores. São fatores externos aos procedimentos escolares. Começam com a criança em seu lar, passam pela escola e terminam na sociedade com seu modo de produção".¹

Embora eu priorize uma abordagem holística sobre o tratamento disciplinar que domina a Educação, a escola ainda é dominada pelo tratamento disciplinar e é possível, abordando as dificuldades sentidas nas várias disciplinas, tirar propostas gerais. Esse é o caso do ensino de biologia que, justamente por tratar da questão mais geral, que é a vida, pode dar grandes aberturas para um tratamento holístico, como faz Vera Lúcia Souza e Silva.²

Falar em uma abordagem holística sempre causa algum arrepio no leitor ou no ouvinte. Assim como falar em transdisciplinaridade, em etnomatemática, em enfoque sistêmico, em globalização e em multiculturalismo.

Essencialmente, todas essas denominações que causam arrepios são praticamente a mesma coisa. Salvo nuances, todas refletem o amplo esforço de contextualizar nossas ações, como indivíduos e como sociedade, numa civilização planetária, atingindo o ideal de Paz e de uma humanidade feliz. Reconheço que essa é minha utopia. E como educador procuro orientar minhas ações nessa direção. Como ser educador sem uma utopia?

Eu poderia sintetizar todo meu posicionamento dizendo que só faz sentido insistirmos em Educação se for possível conseguir, através dela, um desenvolvimento pleno. Não se pode avaliar desenvolvimento apenas por índices de alfabetização, ou índices econômicos e

¹ José Valdir Floriani: Professor e Pesquisador (exemplificação apoiada na matemática), 2.ed. Editora da FURB, Blumenau, 2000; p.29.

² Vera Lúcia de Souza e Silva: *Estudo do Vivo: saber, ser e viver na sala de aula*, em publicação.

controle da inflação, ou qualidade total na produção, ou quaisquer dos vários índices propostos por filósofos políticos, economistas e governantes. Desenvolvimento pleno é melhor qualidade de vida e maior dignidade da humanidade como um todo, e isso se manifesta no encontro de cada indivíduo com outros.

Educação para a Paz

A humanidade está correndo grande risco. Não há paz. Os indivíduos se sentem perdidos, não vendo a razão de seu existir, as instituições sociais e políticas estão se corrompendo em ritmo acelerado, o ambiente entrou num processo de degradação que parece não ter retorno. E grupos resolvem seus conflitos com destruição e eliminação da parte rival. Alcançar um estado de **PAZ INDIVIDUAL, PAZ SOCIAL, PAZ AMBIENTAL e PAZ MILITAR** é a única possibilidade de sobrevivência. Educação para a PAZ deve ser a grande meta dos educadores.

Atingir o estado de PAZ INTERIOR é a prioridade. Conhecer a si próprio, ter respeito por si próprio, amar-se. O comportamento com relação a si próprio tem sido completamente ignorado nos sistemas escolares.

Prática

Meditação é, em todas as faixas etárias, uma medida muito eficaz para se chegar à paz interior.

Mas o estado de paz interior é difícil com todos os problemas que enfrentamos no dia a dia. E o relacionamento com o outro? Será que o outro estará tendo dificuldades em atingir o estado de Paz Interior? Muitas vezes vemos que eles estão tendo problemas que resultam de dificuldades materiais, como falta de segurança, falta de emprego, falta de salário, muitas vezes mesmo falta de casa e de comida. A solidariedade com o próximo é a primeira manifestação de nos sentirmos parte de uma sociedade. A PAZ SOCIAL será um estado em que essas situações não ocorrem.

Prática

A reflexão sobre os problemas sociais, sobre as condições do outro, sobre as injustiças e iniquidades sociais, sobre as denúncias de corrupção é vista diariamente na televisão, acessível à grande maioria das crianças. À escola, cabe uma análise crítica desses fatos. Um modo de conduzir essa crítica e dar aos alunos tarefas de trazer anotações, observações, reflexões sobre o noticiário e transformar a aula em uma sessão de debates. Educação para cidadania depende muito dessa prática.

Ninguém pode negar que a PAZ AMBIENTAL tem alta prioridade no futuro da humanidade. É importante lembrar que a ciência moderna nos dá instrumentais notáveis para um bom

relacionamento com a natureza, mas também poderosos instrumentos de destruição dessa mesma natureza.

Prática

Também motivado pelos noticiários de televisão, mas principalmente pela pesquisa sobre o próprio ambiente, o professor pode desenvolver projetos ambientais. Não serão, assim, resolvidos os problemas ambientais do momento, mas essa prática mostrará às crianças como organizar um projeto e trabalhar em cooperação com outros para atingir as metas do projeto.

Essas dimensões múltiplas da Paz: Paz Interior, Paz Social, Paz Ambiental e, naturalmente, Paz Militar, são os objetivos primeiros de qualquer sistema educacional. Atingir a Paz total é a única justificativa de qualquer esforço para o avanço científico e tecnológico, e deveria ser o substrato de todo discurso político.

Esse deve ser o sonho do ser humano. Essa é a essência de ser humano. É o ser [substantivo] humano procurando ser [verbo] humano. Repito o que disseram dois eminentes matemáticos, Albert Einstein e Bertrand Russell, no Manifesto Pugwash de 1955: "Esqueçam-se de tudo e lembrem-se da humanidade".³ Procuro, nas minhas propostas de Educação, seguir os ensinamentos desses dois grandes mestres, dos quais aprendi muito de Matemática, mas, sobretudo, de humanidade.

Muitos se sentem intrigados com a proposta de Educação para a Paz e, incrédulos, perguntam: "mas como relacionar os conteúdos dos programas com Paz?".

Alguns dizem: "Educação e Paz? Isso é um discurso demagógico. Temos que ensinar bem as crianças para que elas sejam capazes de ter sucesso num mundo altamente competitivo". Alguns chegam a dizer: "Desigualdade social, bem como violência, são inevitáveis, são próprios da natureza humana. É importante que nossos jovens estejam preparados para o que é normal" E alguns ainda dizem: "É necessário conhecer bem os instrumentais do adversário para poder derrotá-los".

Milhões foram nessa conversa durante toda a história da humanidade e, em particular, durante a Guerra Fria, com perdas materiais e morais para ambas as partes em conflito. É importante lembrar que, no auge da Guerra Fria, cada lado [União Soviética e Estados Unidos] se justificava dizendo ser necessário armar-se, pois os alvos da bomba destruidora eram indivíduos que não adotavam o mesmo modelo político e econômico. Em outros conflitos, o argumento é não professar o mesmo credo religioso, não ter a mesma cor de pele ou a mesma língua, enfim o alvo da bomba destruidora é um indivíduo que é diferente.

³ Pugwash é a ONG que recebeu, em 1995, o Prêmio Nobel da Paz.

Tem sido e continua sendo esse o argumento que os governos e as comunidades utilizam para se preparar para o confronto com o diferente.

Mas, também nas relações pessoais, há uma atitude de defender-se do outro. Há, inclusive, grupos que defendem possuir armas para defesa pessoal.

Não se pode negar que muitas vezes ocorre o encontro com um outro cujo comportamento é indesejável, às vezes até ofensivo. Com toda certeza, conhecer o outro é a melhor defesa contra seu possível comportamento indesejável, muito mais eficaz que agredir o outro em antecipação.

Prática

A reflexão sobre comportamentos indesejáveis pode ser feita nas salas de aula. Deve-se usar o instrumento de ficção: cinema, telenovelas, jornais, livros, dependendo da faixa etária. Conhecer os personagens e analisar seus comportamentos podem animar uma aula, desde que não sejam usados como oportunidade de sermão! Trata-se de uma análise procurando entender o comportamento e vendo a possibilidade de alternativas.

Há efetivamente uma moralidade associada ao conhecimento. Por que insistirmos em conhecer se não percebemos como nossa prática pode ajudar a construir uma humanidade ancorada em respeito, solidariedade e cooperação?

A Paz total depende essencialmente de cada indivíduo se conhecer e se integrar na sua sociedade, na humanidade, na natureza e no cosmos. Ao longo da existência, cada um de nós pode adquirir muito conhecimento, mas não se pode perder o conhecimento de si próprio e criar barreiras entre indivíduos e os outros, entre indivíduos e a sociedade, e gerar hábitos de desconfiança do outro, de descrença na sociedade, de desrespeito e de ignorância pela humanidade, que é uma só, nem pela natureza e pelo universo, como um todo, que são comuns a todos.

Prática

O fenômeno vida e as origens devem ser objeto de discussão nas salas de aula. As explicações chamadas de natureza religiosa [criacionismo] e aquelas chamadas de natureza científica [evolucionismo] devem ser expostas e mostradas em sua complementaridade. É um tema muito difícil, mas que não pode ser evitado. O cuidado para não ferir sensibilidades religiosas torna esse um dos temas mais desafiadores para o professor.

Ao longo de sua história, a espécie humana desenvolveu estratégias para lidar e conviver com a realidade sensível, perceptível, e com o seu imaginário, e para explicar e entender fatos e fenômenos. Isso se dá através da criação de técnicas, artes, mitos, religiões e ciências em geral. Chega-se, assim, à construção de corpos de conhecimento em total simbiose,

dentro de um mesmo contexto temporal e espacial que obviamente varia de acordo com a geografia e a história dos indivíduos e dos vários grupos culturais a que eles pertencem -- famílias, tribos, sociedades, civilizações. A finalidade maior desses corpos de conhecimento tem sido a vontade, que é efetivamente a resposta às pulsões de sobreviver no seu ambiente e de transcender, espacial e temporalmente, esse ambiente. Essas pulsões dão origem ao comportamento e ao conhecimento de cada indivíduo que compatibilizados e compartilhados com outros, através da comunicação, constituem o que, no seu conjunto, chamamos cultura.

Vejo-me como um membro de uma realidade cultural. Mas como Educador, vejo-me também como um indivíduo que tem uma especialidade, uma área de competência, que é meu instrumento de ação como educador. Domino muitos conteúdos, mas esses só se justificam se estiverem subordinados ao meu humanismo.

Como Educador procuro utilizar aquilo que aprendi, os conteúdos que domino, para realizar minha missão, e essa é promover a Educação para a Paz. Em termos muito claros e diretos: a missão do educador é muito mais que transmitir conteúdos. Educação é a estratégia mais importante para levar o indivíduo a estar em paz consigo mesmo e com o seu entorno social, cultural e natural, e a se localizar numa realidade cósmica.

Teoria e Prática

A teoria constitui o conjunto de conteúdos e de reflexões que o indivíduo domina. A prática é o exercício de uma ação. Como se relacionam teoria e prática?

O conjunto de conteúdos e de reflexões que o indivíduo domina, isto é, a teoria, serve de apoio para que o indivíduo defina sua estratégia de ação. E, então, exerce essa ação que é a prática. Teoria e prática estão, assim, vinculadas pelo próprio processo de geração de conhecimento. De fato, da prática, surgem novas reflexões e novos conhecimentos, portanto, amplia-se a teoria. E daí resulta uma prática renovada.

Prática

Fazer com que o aluno analise teoricamente sua prática, seu fazer, é uma das práticas mais eficientes que existem. Por exemplo, ao dar um exercício de matemática, fazer com que o aluno explique -- se possível redija -- os procedimentos que ele seguiu. O mesmo num desenho, ou numa redação. Numa dança, fazer com que o aluno explique -- se possível redija -- tudo que está associado à sua expressão corporal: ritmo, músculos, ossos, expressão facial, etc. O mesmo em ginástica.

Essas ideias, muitas vezes, parecem um tanto vagas e imprecisas, e, às vezes, exploratórias, quando comparadas com aquelas que constituem as disciplinas teóricas dos cursos de

licenciatura. Mas isto reflete o que se poderia chamar o estado da arte na teoria do conhecimento. Sabemos muito pouco sobre como pensamos e sobre como agimos.

Na reflexão teórica, é importante incorporar as contribuições recentes da cibernética e da inteligência artificial e, mais recentemente, a dos neurologistas, para entender o pensar, tornando aquilo que normalmente se estuda nas disciplinas de psicologia e de aprendizagem, nos cursos de licenciatura, pelo menos obsoleto.

E nas práticas, é importante organizar o trabalho em função do aluno, de seu interesse, sua motivação e suas experiências anteriores.

Ao longo da história, se reconhece que indivíduos e sociedades procuram explicações e formas de lidar e conviver com a realidade natural e sociocultural. Isto deu origem aos modos de comunicação e às línguas, às religiões e às artes, assim como às ciências e às matemáticas, enfim a tudo o que chamamos conhecimento.

Indivíduos e a espécie como um todo se destacam entre seus pares e atingem seu potencial de criatividade porque conhecem. Todo conhecimento é resultado de um longo processo cumulativo. Ao se estudar esse longo processo, é comum identificar estágios, naturalmente não dicotômicos entre si, em que se dá a geração, a organização intelectual, a organização social e a difusão do conhecimento. Esses estágios são normalmente objeto de estudo, respectivamente, de cognição, de epistemologia, de história e sociologia, e de Educação e política. O processo como um todo, extremamente dinâmico e jamais finalizado, está obviamente sujeito a condições muito específicas de estímulo e de subordinação ao contexto natural, cultural e social. Assim, é o ciclo de aquisição individual e social de conhecimento.

Prática

A história da humanidade, contada como uma ficção, continua sendo a melhor estratégia para se tratar a aventura do conhecimento humano. Por exemplo, através de clássicos romanceados, como por exemplo “O Homem que Calculava” de Malba Tahan, ou vídeos da série “Castelo Rá-Tim-Bum”, ou livros e filmes biográficos.

Sobrevivência e transcendência

Volto a uma reflexão teórica. Ao praticar Educação multicultural, pude notar que o ato de criação é o momento mais importante em todo o processo educacional. A aquisição e elaboração do conhecimento se dão no presente, como resultado de todo um passado, individual e cultural, com vistas às estratégias de ação no presente, mas projetando-se no futuro, seja o futuro imediato até o de mais longo prazo. Assim se incorporam à realidade novos fatos, concretos e abstratos, isto é, "artefatos" e "mentefatos", modificando-a. Esse comportamento é intrínseco ao ser humano e resulta de impulsos naturais para sobreviver e

transcender. Esse é um enfoque holístico à construção de conhecimento. O enfoque holístico incorpora o sensorial, o intuitivo, o emocional e o racional, através da vontade individual de sobreviver e de transcender.

O ser [substantivo] humano, como todas as espécies vivas, procura sua sobrevivência. Não se sabe de onde provém a vontade de sobreviver como indivíduo e como espécie. Sem dúvida, incorporou-se ao mecanismo genético a partir da origem da vida. Simplesmente constata-se que essa força é a essência de todas as espécies vivas. Nenhuma espécie e, portanto, nenhum indivíduo, se orienta para a sua extinção. Cada momento é um exercício de sobrevivência.

Mas diferentemente de qualquer outra espécie viva, o ser humano busca também transcender o momento da sobrevivência. Não sabemos como a espécie humana adquiriu a vontade de transcender que também parece estar embutida no nosso código genético. Essa tem sido a questão filosófica maior em toda a história da humanidade e em todas culturas. Na forma de alma, de vontade, de livre arbítrio, de religiosidade, a pulsão de transcender o instante de sobrevivência é reconhecida em várias manifestações do ser humano.

As reflexões sobre as pulsões de sobrevivência e de transcendência devem ser, necessariamente, de natureza transdisciplinar e holística. Nessa visão, o presente, que se apresenta como a interface entre passado e futuro, está associado à ação e à prática. A prática, isto é, o comportamento, se dá no presente. A teoria, isto é, o conhecimento, relaciona passado e futuro. Dominar uma teoria permite dizer que o indivíduo sabe. Efetuar uma prática permite dizer que o indivíduo faz. Como se adquirem conhecimentos, saberes, teorias e comportamentos, fazeres, práticas?

Aquisição de conhecimento e de comportamento

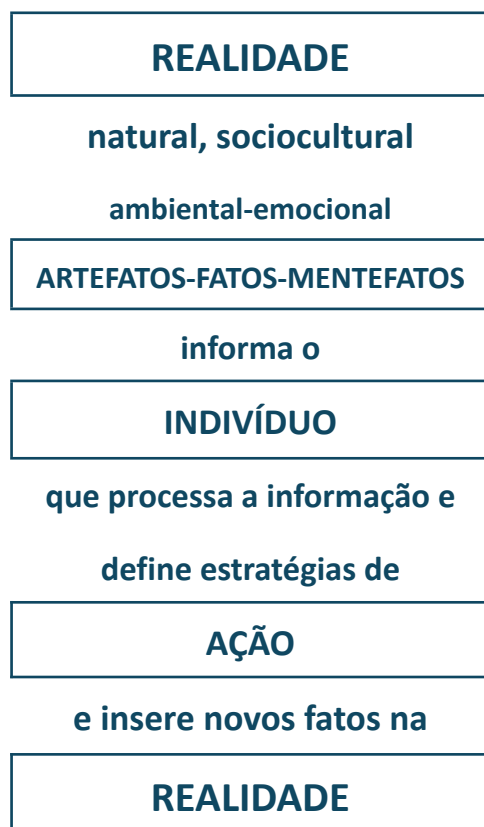
Trabalho com três categorias: REALIDADE – INDIVÍDUO – AÇÃO e três conexões: INFORMAÇÃO – PROCESSAMENTO – ESTRATÉGIA. O foco de nosso estudo é o homem, como indivíduo imerso e integrado numa realidade natural e social, o que significa dizer, em permanente interação com seu meio ambiente, natural e sociocultural. O presente é quando se manifesta a [inter]ação do indivíduo com o seu ambiente, natural e sociocultural. Essa interação se dá a partir da informação que é captada pelo indivíduo e que, após ser processada, define estratégias de ação que vai ter seu efeito na realidade, inserindo nela novos fatos, concretos e abstratos, isto é, artefatos e mentefatos, modificando-a. Essa é a geração de conhecimento. O fazer se manifesta no comportamento e nos artefatos. O saber se identifica com o conhecimento, com mentefatos.

Obviamente, conhecimento é o substrato do comportamento, que é a essência do estar vivo. Mas é também óbvio que o conhecimento se alimenta do comportamento. Em outros

termos, o saber é necessário para o fazer, mas o saber só pode se manter vivo, em permanente transformação, graças ao fazer.

A realidade informa o indivíduo que, ao processar a informação, passa a saber o que ocorre, define estratégias de ação e vai fazer o que essa estratégia determina.

Esse ciclo, que é vital para o ser humano, pode ser esquematizado:



A ação se dá mediante o processamento de informações captadas da realidade [através de sentidos, intuição, memória individual, genética, e coletiva, e não se sabe mais o quê]. Realidade é considerada na sua totalidade, como um complexo de fatos naturais e artificiais. Como é o processador e como se dá esse processamento? Ninguém sabe. As pesquisas mais recentes sugerem um processador [cérebro/mente] que constitui um verdadeiro complexo cibernético, com uma multiplicidade de sensores não dicotômicos, identificados com instinto, memória, reflexos, emoções, fantasia, intuição, e outros elementos que ainda mal podemos imaginar quais sejam. Como observa Oliver Sacks no seu excelente livro, *Um Antropólogo em Marte*: "Atingimos a constância perceptiva -- a correlação de todas as diferentes aparências, as modificações dos objetos -- muito cedo, nos primeiros meses de vida. Trata-se de uma enorme tarefa de aprendizado, mas que é alcançada tão suavemente, tão inconscientemente, que sua imensa complexidade mal é percebida (embora seja uma

conquista a que nem mesmo os maiores supercomputadores conseguem começar a fazer face)". Embora Sacks esteja se referindo em especial à percepção visual, essa observação se aplica a todos os sentidos.

O processamento da informação [input] tem como resultado [output] estratégias para ação. Há evidência que essas ações são produtos da inteligência, resultado de estratégias. Em outros termos, o homem executa seu ciclo vital não apenas pela motivação animal de sobrevivência, mas subordina esse ciclo à transcendência, através da consciência do fazer/saber, isto é, faz porque está sabendo e sabe por estar fazendo. Isto tem um efeito na realidade, criando novas interpretações e utilizações da realidade natural e artificial, modificando-a pela introdução de novos fatos, artefatos e mentefatos na realidade.

Aquilo que chamo consciência é o impulsionador da ação do homem em direção à sobrevivência e à transcendência, ao saber fazendo e fazer sabendo. Em outros termos, **a consciência é o encontro simbiótico de conhecimento e comportamento.**

O processo de aquisição do conhecimento é, portanto, uma relação dialética saber/fazer, impulsionado pela consciência, e se realiza em várias dimensões. Das várias dimensões que estão envolvidas na aquisição do conhecimento, as teorias do conhecimento reconhecem principalmente a sensorial, a intuitiva, a emocional e a racional. Poderíamos dizer, por exemplo, que as dimensões intuitiva e emocional privilegiam o conhecimento religioso, enquanto o conhecimento científico se apóia mais na dimensão racional, e o artístico, no sensorial e emocional. Naturalmente, essas dimensões não são dicotômicas nem hierarquizadas, mas são complementares. Desse modo, não há priorização nem prevalência de uma dimensão sobre outra. Tudo se complementa num todo que é o comportamento associado ao conhecimento. Consequentemente, as dicotomias fazer/saber, corpo/mente, matéria/espírito, manual/intelectual e outras tantas que se impregnaram no mundo moderno são meras artificialidades.

Socialização do conhecimento e cultura

O indivíduo não é só. Há bilhões de outros indivíduos da mesma espécie, e todos exercem o seu ciclo vital: ---> REALIDADE informa INDIVÍDUO que processa e executa uma AÇÃO que modifica a REALIDADE que informa Indivíduo ---> É óbvio que cada indivíduo recebe informações diferentes do mesmo fato, e é igualmente óbvio que cada um processa essas informações diferentemente. Consequentemente, cada indivíduo vai gerar um saber diferente, a partir de um mesmo fato, e vai adotar uma estratégia de ação própria. Essa ação representa um fazer diferente para cada indivíduo.

Esses fazeres do indivíduo e do outro raramente são iguais. Via de regra, são conflitantes.

Só haverá possibilidade de PAZ se soubermos lidar com esses conflitos, evitando que se transformem em confronto.

Isso é possível na espécie humana através de um fenômeno denominado **comunicação**, que é característico do *homo sapiens*.

É através da comunicação que se podem gerar comportamentos compatíveis e conhecimentos compartilhados. Esse processo de compatibilizar comportamentos e compartilhar conhecimento é o ponto de partida para o fenômeno social que chamamos cultura.

Poderíamos definir comunicação como o conjunto de ações utilizando recursos sensoriais com a intenção de influenciar ações do outro, isto é, influenciando seu conhecimento e seu comportamento. Naturalmente, a comunicação é interativa e atinge outro de uma mesma comunidade. Assim, a comunicação pode levar a ações comuns, tendo como efeito conhecimentos comuns e comportamentos parametrizados. O parâmetro de comportamento é o que chamamos **valores**. Os conhecimentos comuns e os valores acordados por uma comunidade são o que constitui a **cultura**.

A comunicação enriquece nosso saber/fazer. A descoberta e o encontro presencial ou remoto com outro ou outros é essencial para o fenômeno vida. Embora os mecanismos de captar informação e de processar essa informação, definindo estratégias de ação, sejam absolutamente individuais e se mantenham como tal, eles são enriquecidos pelo intercâmbio e pela comunicação, que é um pacto (contrato) entre indivíduos. O estabelecimento desse pacto é um fenômeno essencial para a vida e permite definir estratégias para ação comum. Isso não pressupõe a eliminação da capacidade de ação própria de cada indivíduo, inerente à sua vontade (seu livre arbítrio), mas pode inibir certas ações [uma in-ação], chegando assim a uma ação comum aos dois indivíduos. Portanto, através da comunicação, o indivíduo e o outro podem originar ações desejáveis a ambos, inibindo ações não desejáveis para uma ou para ambas as partes. Desse modo, se torna possível àquilo que identificamos com o conviver.

Os indivíduos envolvidos se transformam com o conviver, não por terem transformado seus mecanismos de captação de informação [memória, sentidos e outros], mas por serem informados por uma realidade transformada, enriquecida.

Prática

Exercícios com crianças e jovens mostrando como a privação de um dos sentidos dá informações distintas da realidade [exemplo, o jogo de cabra-cega], são importantes para que se perceba que a mesma realidade é percebida de modos diferentes e, portanto, as ações são diferentes. Atinge-se ação comum através de comunicação. Um jogo

interessante: um fato ou fenômeno é examinado por três crianças, uma sem poder tocar, outra de olhos vendados e outra de ouvido tapado. O trio deve descrever o fato ou fenômeno.

Os mecanismos inibidores não podem transformar os mecanismos próprios a cada indivíduo de captar e de processar informações. Esses mecanismos próprios a cada indivíduo mantêm a individualidade, a identidade de cada ser. Nenhum é igual a outro na sua capacidade de captar informações de uma mesma realidade e, muito menos, processar essas informações. Essa diferença tem que ser respeitada. Todos somos diferentes.

Facilmente se generalizam essas noções para um grupo, para uma comunidade e para um povo, através da comunicação social e de um pacto social que, insisto, leva em conta a individualidade de cada um e não elimina sua vontade própria, isto é, seu livre arbítrio. Mas a interação comunicativa permite compatibilizar comportamentos e compartilhar conhecimentos do grupo. O conhecimento gerado pela interação comum, resultante da comunicação social, será um complexo de códigos e de símbolos que são organizados intelectual e socialmente, constituindo aquilo que se chama cultura.

Cultura é o substrato dos conhecimentos, dos saberes/fazeres, e do comportamento resultante compartilhados por um grupo, comunidade ou povo.

Cultura é o que vai permitir a vida em sociedade. Fazemos ou deixamos de fazer algo conforme um sistema que parametriza nosso comportamento. Esses parâmetros são chamados **valores**. É claro, por tudo que foi exposto, que os valores são parâmetro cultural. Mudam de cultura para cultura.

Quando sociedades e, portanto, sistemas culturais se encontram e se expõem mutuamente, elas estão sujeitas a uma dinâmica de interação que produz um comportamento intercultural que se manifesta em grupos de indivíduos, em comunidades, em tribos e nas sociedades como um todo. A interculturalidade vem se intensificando ao longo da história da humanidade.

Essas reflexões sintetizam a fundamentação teórica que serve de base a um programa de pesquisa sobre a geração, organização intelectual, organização social e difusão do conhecimento. Na linguagem disciplinar, poder-se-ia dizer um programa interdisciplinar de pesquisa abarcando o que constitui o domínio das chamadas ciências da cognição, da epistemologia, da história, da sociologia e da difusão do conhecimento.

Metodologicamente, esse programa reconhece que, na sua aventura enquanto espécie planetária, o homem (espécie *homo sapiens*), bem como as demais espécies que a precederam, os vários hominídeos reconhecidos desde há 4,5 milhões de anos antes do presente, tem seu comportamento alimentado pela aquisição de conhecimento, de fazer(es)

e de saber(es), que lhes permite sobreviver e transcender através de maneiras, de modos, de técnicas ou mesmo de artes de explicar, de conhecer, de entender, de lidar e conviver com a realidade natural e sociocultural na qual ele, homem, está inserido.

Relações intra e interculturais e uma ética maior

Estamos vivendo um período em que os meios de captar informação e o processamento da informação de cada indivíduo encontram nas comunicações e na informática instrumentos auxiliares de alcance inimaginável em outros tempos. A interação entre indivíduos também encontra, na teleinformática, um grande potencial, ainda difícil de se aquilatar, de gerar ações comuns. Nota-se, em alguns casos, o predomínio de uma forma sobre outra, algumas vezes a substituição de uma forma por outra e mesmo a supressão e a eliminação total de alguma forma, mas, na maioria dos casos, o resultado é a geração de novas formas culturais, identificadas com a modernidade. Ainda dominadas pelas tensões emocionais, as relações entre indivíduos de uma mesma cultura (intraculturais) e, sobretudo, as relações entre indivíduos de culturas distintas (interculturais) representam o potencial criativo da espécie. Assim como a biodiversidade representa o caminho para o surgimento de novas espécies, na diversidade cultural reside o potencial criativo da humanidade.

Tem havido o reconhecimento da importância das relações interculturais. Mas lamentavelmente ainda há relutância no reconhecimento das relações intraculturais na Educação. Ainda se insiste em colocar crianças em séries de acordo com idade, em oferecer o mesmo currículo numa mesma série, chegando ao absurdo de se propor currículos nacionais e, ainda maior absurdo, de se avaliar grupos de indivíduos com testes padronizados. Trata-se, efetivamente, de uma tentativa de pasteurizar as novas gerações!

A pluralidade dos meios de comunicação de massa, facilitada pelos transportes, levou as relações interculturais a dimensões verdadeiramente planetárias.

Inicia-se, assim, uma nova era que abre enormes possibilidades de comportamento e de conhecimento planetários, com resultados sem precedentes para o entendimento e harmonia de toda a humanidade. Não a homogeneização biológica ou cultural da espécie, mas a convivência harmoniosa dos diferentes, através de uma ética de respeito mútuo, solidariedade e cooperação.

Naturalmente, sempre existiram maneiras diferentes de explicações, de entendimentos, de lidar e conviver com a realidade. Agora, graças aos novos meios de comunicação e transporte, isso é notado com mais evidência. Dentro de uma mesma cultura, cria-se necessidade de um comportamento que transcenda mesmo as formas culturais. Eventualmente, o tão desejado livre arbítrio, próprio do ser [verbo] humano, poderá se

manifestar num modelo transcultural que permitirá que cada ser humano atinja a sua plenitude.

Uma estratégia para facilitar esse novo estágio na evolução da espécie é a Educação Multicultural, que vem se impondo nos sistemas educacionais de todo o mundo.

É importante lembrar que, praticamente, todos os países do mundo adotaram a Declaração de Nova Delhi (16 de dezembro de 1993) que é explícita ao reconhecer que "a educação é o instrumento preeminente da promoção dos valores humanos universais, da qualidade dos recursos humanos e do respeito pela diversidade cultural"(2.2) e que "os conteúdos e métodos de educação precisam ser desenvolvidos para servir às necessidades básicas de aprendizagem dos indivíduos e das sociedades, proporcionando-lhes o poder de enfrentar seus problemas mais urgentes -- combate à pobreza, aumento da produtividade, melhoria das condições de vida e proteção ao meio ambiente -- e permitindo que assumam seu papel por direito na construção de sociedades democráticas e no enriquecimento de sua herança cultural"(2.4).

Nada poderia ser mais claro nesta declaração que o reconhecimento da subordinação dos conteúdos programáticos à diversidade cultural. Igualmente, o reconhecimento de uma variedade de estilos de aprendizagem está implícito no apelo ao desenvolvimento de novas metodologias.

Essencialmente, essas considerações determinam uma enorme flexibilidade, tanto na seleção de conteúdos quanto na metodologia.

A transculturalidade é uma consequência do processo de globalização que estamos testemunhando em todas as atividades e áreas de conhecimento.

Nesse processo, há um encontro de culturas distintas e, portanto, de valores distintos. Os valores mudam de cultura para cultura. Mas a necessidade de satisfazer as pulsões de sobrevivência e transcendência é própria da espécie humana e, portanto, transcultural.

Há um conjunto de parâmetros de comportamento que transcende culturas. A isso chamamos **ÉTICA MAIOR**, sem a qual não há possibilidade de sobrevivência da espécie humana. Essa ética maior pode ser sintetizada em três pontos:

1. **RESPEITO PELO OUTRO**, COM TODAS AS SUAS DIFERENÇAS;
2. **SOLIDARIEDADE COM O OUTRO** NA SATISFAÇÃO DE SUAS NECESSIDADES MATERIAIS E ESPIRITUAIS, DE SOBREVIVÊNCIA E DE TRANSCENDÊNCIA PRÓPRIAS DA NATUREZA HUMANA;
3. **COOPERAÇÃO COM O OUTRO** NA PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO, NATURAL E CULTURAL, QUE É COMUM A TODA HUMANIDADE.

Só na satisfação dessa ética maior poderá haver um futuro para a humanidade.

Para ler mais

Este é um tema em grande evidência naqueles que refletem sobre o futuro, procurando perceber que rumos a humanidade vai tomando. Há inúmeras propostas para planejar sistemas educacionais que respondam a essa percepção de futuro. A bibliografia a respeito é abundante. Há uma sociedade, a *World Future Society*, que agrega especialistas de praticamente todas as áreas do conhecimento. A sociedade publica a revista *The Futurist*.⁴

No Brasil, o Instituto de Estudos do Futuro (I.E.F) congrega pesquisadores de várias áreas para reflexões sobre o futuro. As atividades do I.E.F. não são regulares e não há uma publicação específica. Muitas das reflexões de membros do I.E.F. são veiculadas na revista *THOT*.⁵

Há também uma rica bibliografia em português sobre o tema. Destaco:

Ana Maria Inoue, Regina de Fátima Migliori e Ubiratan D'Ambrosio: *Temas Transversais e Educação em Valores Humanos*. São Paulo: Fundação Peirópolis, 1999.

Arnoldo José de Hoyos, João Luiz Hoeffel, Rosa Maria Viana e Ubiratan D'Ambrosio: *Conhecimento, Cidadania e Meio Ambiente*, Editora Fundação Peirópolis, São Paulo, 1998.

Hugo Assmann: *Reencantar a educação. Rumo à sociedade aprendente*. Editora Vozes, Petrópolis, 1998.

Maria Cândida Moraes: *O paradigma educacional emergente*. Papirus Editora, Campinas, 1997.

Ubiratan D'Ambrosio: *Educação para uma sociedade em transição*, Papirus Editora, Campinas, 1999.

Ubiratan D'Ambrosio: *Globalização e Multiculturalismo*. Coleção Fio do Mestrado n°11, Editora da FURB, Blumenau, 1996.

Ubiratan D'Ambrosio: *Transdisciplinaridade*. Editora Palas Athena, São Paulo, 1997.

⁴ World Future Society, 7910 Woodmont Avenue, Suite 450, Bethesda, MD 20897-1405, USA; <http://www.wfs.org>

⁵ THOT, Associação Palas Athena do Brasil, Rua Leôncio de Carvalho, 99, 04003-010 São Paulo, SP; <http://www.palasathena.org>



Seção II

03 textos
predominantemente
em espanhol



Boletines ISGEm¹

Qué es Etnomatemática²

Etno-amigos de **Ubiratan D'Ambrosio**

Volumen 1, Número 1, Agosto 1985

Formación del ISGEm

En la conferencia anual (1985) de la Asociación Nacional de Profesores de Matemáticas (National Council of Teachers of Mathematics - NCTM), algunos de nosotros nos quedamos después de la presentación de Jeremy Kilpatrick sobre "La Investigación en Educación Matemática Alrededor del Mundo". Ubiratan D'Ambrosio nos invitó a tres para asistir a una reunión corta. Aunque no teníamos idea de que se trataría, lo seguimos con expectación. Encontramos una sala desocupada y nos dispusimos a discutir.

El Dr. D'Ambrosio explicó que él pensaba que el concepto de la Etnomatemática había generado suficiente interés y que era oportuno formar un grupo de estudios. En varias oportunidades habíamos escuchado con mucho interés las charlas del Dr. D'Ambrosio sobre Etnomatemáticas. Acabábamos de oír al Dr. Kilpatrick enfatizar la importancia de Etnomatemáticas y además nos impresionó el discurso del Dr. Alan Bishop sobre "La Dimensión Social de la Educación Matemática en la Investigación" dos noches anteriores en la pre-sesión de investigación. Nos pusimos de acuerdo inmediatamente y empezamos a planificar algunas actividades inmediatas.

Se decidió publicar un boletín para que sirva como medio de comunicación de los pensamientos y proyectos de Etnomatemáticas. Cada miembro del Consejo Directivo Inicial se comprometió a formar una lista de nombres y direcciones de colegas que tengan interés en la Etnomatemática. También se conversó sobre la posibilidad de tener sesiones especiales

¹ **Nota dos editores:** conjunto de textos dos primeiros volumes do Boletim ISGEm, enviado por Ubiratan a Vello para publicação no primeiro *site*.

² **Nota dos editores:** título que Valdemar Vello deu à seção na qual estava inserido este texto no primeiro *site*, seguido da imagem, captada do próprio *site*, que a ilustrava.

sobre la Etnomatemática en la Conferencia Interamericana de Educación Matemática en Guadalajara en Noviembre y en la próxima reunión anual de la NCTM.

Se acordó que Gloria Gilmer de Coppin State College sería la primera Directora del nuevo grupo. Rick Scott de la Universidad de Nuevo México asumió la responsabilidad de ser Editor del primer Boletín: artículos, información sobre la investigación en Etnomatemáticas, explicación de currículo que toma en cuenta la Etnomatemática, detalles sobre reuniones profesionales pertinentes, comentarios sobre libros, citas bibliográficas con anotaciones y cualesquiera otras ideas que tiendan a promover el estudio de la Etnomatemática.

Esta versión en español fue preparada especialmente para ser distribuida en la Sexta Conferencia Interamericana de Educación Matemática (CIAEM). Si existe mucho interés, cabe la posibilidad de continuar publicando el boletín en español. Les rogamos enviar copias a sus colegas que no pudieron asistir a CIAEM. Rick Scott estará en CIAEM con copias extras para facilitar a representantes de los varios países.

Consejo Directivo Inicial

Gloria F. Gilmer, ISGEm Chair
Coppin State College

Gilbert J. Cuevas
University of Miami

Ubiratan D'Ambrosio
Universidade Estadual de Campinas

Patrick (Rick) Scott, ISGEm Editor
University of New Mexico

Volumen 3, Número 1, Septiembre 1987

Etnomatemáticas: ¿Que podrán ser? Una Recapitulación y Reconsideración

En el 2° Aniversario del ISGEm

Durante sus dos primeros años el Grupo de Estudio Internacional sobre Etnomatemáticas (ISGEm) ha generado mucho interés y apoyo entre muchos educadores e investigadores. Sin embargo, hemos notado que algunos han sentido que el "Etno" en Etnomatemáticas indica que nuestro único interés es en las matemáticas usadas en sociedades "primitivas". Hemos

decidido que es hora de echarle otra mirada a lo que etnomatemáticas podría ser y reafirmar que una concepción amplia de "Etno" abarca "grupos culturales identificables, tales como grupos nacionales, niños de cierto grupo de edad, clases profesionales, etc." Por lo tanto, un topólogo tiene sus propias etnomatemáticas que pueden ser diferentes de las de un algebrista, al igual que las etnomatemáticas de un ingeniero pueden ser diferentes de las de un carpintero, y aquellas de un chamán diferentes de las de un cazador/recolector.

Primero reimprimimos nuestro artículo original sobre "Etnomatemáticas: ¿Qué podrán ser?" del primer Boletín del ISGEm. Continuamos ese artículo con algunos pensamientos recientes de Ubiratan D'Ambrosio sobre el tema.

Etnomatemáticas: ¿Que Podrán Ser?

Reimpreso del Boletín del ISGEm, 1-1

La invención del término "Etnomatemáticas" probablemente puede ser acreditado a Ubiratan D'Ambrosio. En conferencias y escritos recientes, el Prof. D'Ambrosio ha enfatizado las influencias de factores socioculturales en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

Las etnomatemáticas nacen como la confluencia de las matemáticas y la antropología cultural. En un nivel, es lo que podría llamarse "matemáticas en el medio ambiente" o "matemáticas en la comunidad". En otro nivel, el de relación, las etnomatemáticas son la manera particular (y tal vez peculiar) en la que grupos culturales específicos realizan sus tareas de clasificación, ordenamiento, conteo y medición.

Aunque solo es recientemente que las etnomatemáticas han recibido atención por parte de los educadores de matemáticas, los antropólogos (y antes de ellos los viajeros del mundo) frecuentemente comentaban sobre los usos peculiares de las matemáticas entre grupos indígenas. Algunas otras ramas de la etnociencia, como son la etnobiología, la etnobotánica, la etnoquímica, y la etnoastronomía ganaron aceptación al principio de este siglo y tienen historia de disciplinas reconocidas. El desarrollo formal de las etnomatemáticas puede haber sido retrasado por una visión penetrante de que de alguna manera las matemáticas son universales y libres de cultura. Sin embargo, investigación reciente está revelando que muchas de las matemáticas usadas en la vida diaria, al ser afectadas por modos distintos de cognición, pueden ser bastante diferentes de aquellas que se enseñan en la escuela.

Las etnomatemáticas sugieren una amplia conceptualización de las matemáticas y de "etno". Una amplia visión de las matemáticas incluye cifraje, aritmética, medición, clasificación, ordenamiento, inferencia, y modelamiento. "Etno" abarca "grupos culturales identificables, tales como sociedades nacionales, de tribus, grupos laborales, niños de cierto grupo de edad,

clases profesionales, etc." e incluye "su jerga, códigos, símbolos, mitos, e incluso maneras específicas de razonamiento e inferencia."

El Prof. D'Ambrosio ha sugerido que la pregunta básica referente a las etnomatemáticas es: ¿Qué tan teóricas pueden ser? La investigación antropológica ha indicado que muchos grupos culturalmente diferentes "saben" matemáticas de maneras que son bastante diferentes de las matemáticas académicas que se enseñan en las escuelas. La tendencia ha sido considerar estas prácticas matemáticas "ad hoc" como no-sistemáticas y no-teóricas. En contraste a esto, el estudio de las etnomatemáticas se enfoca en la "estructura subyacente de la búsqueda" en las prácticas matemáticas ad hoc al considerar las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo se desarrollan las practicas ad hoc y las soluciones de problemas en métodos?
2. ¿Cómo se desarrollan los métodos en teorías?
3. ¿Cómo se desarrollan las teorías en invención científica?

Junto con las respuestas a las preguntas anteriores, ejemplos de etnomatemáticas derivados de grupos culturales identificables, e inferencias relacionadas sobre patrones de razonamiento y modos de pensamiento pueden llevar a proyectos de desarrollo curricular que se construyen sobre los entendimientos intuitivos y métodos practicados que los estudiantes traen con ellos a la escuela. Tal vez la necesidad más impactante para este desarrollo curricular puede ser en los países del tercer mundo, aunque hay evidencia creciente que las escuelas en general no toman ventaja del entendimiento intuitivo matemático y científico del mundo por parte de los estudiantes.

Reflexiones Sobre Etnomatemáticas

Ubiratan D'Ambrosio

La historia de la ciencia y de las matemáticas tiende a minimizar, y en algunos casos a ignorar, el ambiente cultural y la motivación detrás de avances científicos. Factores sociales y culturales que han determinado las direcciones hacia donde creció la ciencia no han merecido suficiente atención cuando se ha tratado de entender y explicar el proceso de creatividad científica. De hecho, la importancia de estos factores se ha incluso aminorado al explicar la productividad y creatividad intelectuales en la ciencia y las matemáticas.

Aunque viajar a ciertos medios ambientes que son más favorables para la generación de la atmósfera correcta y de hecho necesarios para su producción, es algo reconocido como práctica entre artistas, escritores, compositores, en general se considera que la creatividad científica se relaciona solamente con la calidad de los laboratorios y bibliotecas, y se mejora por un alto nivel de discusiones o seminarios en los que se involucra el científico. No se puede negar que estos factores tienen un papel importante en la producción de ciencia y que

de hecho generan motivación para mayores avances. Pero la motivación puede venir de distintas fuentes, tales como el mismo ambiente natural y cultural que crea el marco teórico en donde la sabiduría popular encuentra sus raíces y crece para tomar forma como un cuerpo de conocimiento.

Esto hace un llamado a una manera algo diferente de mirar en la historia de la ciencia y en los fundamentos epistemológicos del conocimiento científico. Hace un llamado para una interpretación etnológica de procesos mentales y el reconocimiento de distintos modos de pensamiento, al igual que diferentes lógicas de explicación, que dependen de orígenes empíricos del grupo cultural bajo consideración. Así somos llevados a desacreditar la afirmación de que hay solo una única lógica subyacente gobernando a todo el pensamiento. El "empirismo matemático" propuesto por Philip Kitcher [*The Nature of Mathematical Knowledge*, New York: Oxford University Press, 1984] representa un reto para las epistemologías actuales, al igual que un enfoque cognoscitivo a la historia de la ciencia propuesta por Richard H. Schlagel [*From Myth to the Modern Mind*, New York: Lang Publishing, 1985]. En un estilo similar y con metas específicas para mejorar la educación de las matemáticas y de la ciencia, proponemos un programa pedagógico y de investigación centrado en el concepto de las etnomatemáticas.

La primera dificultad con la cual se enfrentan las Etnomatemáticas reside en lo que es más una barrera etimológica, que tiende a ver en el término "Etnomatemáticas" una relación entre comportamiento matemático y raza. En **1975**, cuando primero utilicé el término al discutir el papel del tiempo en los orígenes de las ideas de Newton en el Cálculo, era claro que, aunque la raza puede ser uno de los factores que intervienen en la formación del concepto y la medición del tiempo, solo era parte de las prácticas etnomatemáticas que se añadían al ambiente intelectual donde las ideas de Newton florecieron.

Aunque debe ser claro que usamos el prefijo "Etno" en un sentido mucho más amplio que simplemente raza, es aún importante repetirlo y enfatizarlo. Nuestra concepción de "Etno" abarca todos los ingredientes que forman la identidad cultural de un grupo: lenguaje, códigos, valores, jerga, creencias, hábitos de alimentación y de vestido, rasgos físicos, etc.

Un deseo por entender y descifrar el orden cósmico, al igual que por crear y ganar conocimiento, son impulsos universales, propios de las especies humanas. Los papeles complementarios de hacer y conocer, que son esencialmente las técnicas y episteme que dieron origen a lo que hoy en día llamamos Ciencia Occidental, son comunes de todas las civilizaciones y han sido la fuerza principal detrás de cada acción humana. La historia registrada nos recuerda que el conteo, el medir, y los modos de inferencia y de procesos de decisión han estado presentes en cada civilización. En Grecia, las matemáticas tenían un papel dominante y de donde derivamos lo que podría llamarse el modo occidental de

pensamiento, que reservaba para las matemáticas un papel prominente en el sistema educativo. Esto se continuó por los Romanos y a lo largo de la Edad Media, hasta que ahora vemos, en nuestros sistemas escolares actuales, el papel dominante de las matemáticas por sobre las otras materias. En los siglos pasados el mundo ha hecho un progreso enorme en la ciencia y la tecnología y estos avances, con efectos tanto positivos como negativos, son dependientes de herramientas matemáticas.

Fácilmente notamos a través de un análisis de tendencias curriculares en las últimas décadas que solo es recientemente que cuestiones culturales se han considerado como teniendo un papel en la discusión del currículum de matemáticas en los países desarrollados. Entre las muchas razones para esto tenemos la actitud epistemológica general de que el conocimiento matemático no puede ser retado en su universalidad y de que no está culturalmente ligado. Debe entenderse que la universalidad de los resultados y los efectos de los avances científicos y tecnológicos hablan a favor de esta idea de una universalidad indiscutible de las matemáticas. Por lo tanto, se acepta que el único camino para entrar al mundo moderno es el dominio del conocimiento matemático.

Por otro lado, esfuerzos por minimizar la brecha entre los que tienen y los que no, tanto internamente dentro de las sociedades como entre naciones, se han apoyado fuertemente en la escolarización. Se ha acordado, tanto por las sociedades dentro de naciones como por naciones enteras a través de sus gobiernos, que el camino más seguro hacia la democracia es vía la educación. Recursos enormes se han y continúan a ser vertidos en la educación y se hacen enormes esfuerzos, tanto en países en desarrollo como en los desarrollados, por mejorar sus sistemas educativos.

Nuevos desarrollos industriales implican un aumento en la automatización, con un papel creciente para las computadoras, y los sistemas de administración modernos dependen en gran parte en procesos de decisión que involucran manipulación compleja de grandes conjuntos de datos y de procesos de simulación bastante elaborados. Lo que vemos es que el nivel de creatividad necesitada para sobreponerse al subdesarrollo y al subempleo depende en gran parte en la escolarización con un importante componente de ciencias y matemáticas. Sin embargo, paradójicamente, las matemáticas es la principal materia escolar que estrangula al proceso. En los países del tercer mundo las matemáticas son en gran parte responsables por el alto índice de deserción temprana que es tan frecuente en esos países, y en naciones industrializadas con minorías de privadas, lo mismo ocurre. En particular en los EUA, niños de inmigrantes del tercer mundo, junto con los negros e indios americanos, y hasta cierto grado las mujeres, muestran logros considerablemente menores en el camino para el acceso. Situaciones similares se encuentran en Canadá, Australia y países europeos con altos números de inmigrantes. Estos resultados se enfrentan a hallazgos de investigaciones substanciales que muestran un alto potencial creativo en estos mismos

grupos que fracasan en las matemáticas escolares. Es impensable que estos grupos sean menos capaces para pasar por las matemáticas que los otros. Por otro lado, las matemáticas bloquean el acceso de estos grupos a las principales carreras en la sociedad moderna.

Recientemente, se ha reconocido por algunos que las matemáticas tienen raíces culturales y de hecho son un sistema cultural. Grupos culturales, niños de cierto rango de edad en una comunidad, granjeros cultivando trigo, ingenieros en fábricas de coches, etc., tienen sus propios patrones de comportamiento, códigos, símbolos, modos de razonamiento, maneras de medir, de clasificar, de matematizar. En particular cuando hablamos de niños escolares debemos recordar que llegan a la escuela con sus propias matemáticas. En el nivel elemental, reconocemos, en cierto grupo cultural de niños, prácticas matemáticas y maneras de tratar con una cierta situación que difieren de aquellas de otros grupos cuando tratan con la misma situación. Estas distintas formas de matemáticas que son propias de grupos culturales, las llamamos etnomatemáticas.

Hay etnomatemáticas de un cierto grupo de edad de niños en una cierta comunidad, al igual que hay etnomatemáticas de físicos nucleares, etc. Es en el campo de las etnomatemáticas de uno mismo donde la propia creatividad de uno se manifestará a sí misma, y es en el terreno que ha sido extendido para estas prácticas que una creatividad auténtica surgirá.

De nuevo recurrimos a D.H. Lawrence:

"En lugar de tomarse la vida del sol, es la emanación de la vida misma, que es, de todas las plantas y criaturas vivientes la que nutre al sol". Con esta metáfora queremos ubicar la fuente de la auténtica creatividad matemática y científica no formalizada en las matemáticas ni en las ciencias, sino en las matemáticas y las ciencias en su creación, alimentadas por el mismo proceso creativo. De hecho, estamos buscando un nuevo paradigma que nos acercará, a través de un enfoque no-definido, informal y no-codificado hacia la Educación de las Matemáticas, a tratar con problemas verdaderamente reales como los planteados por la sociedad moderna. Las etnomatemáticas son sobre todo esto.

Volumen 4, Número 1, Octubre 1988

Etnomatemáticas: un Programa de Investigación en la Historia de las Ideas y en la Cognición

Ubiratan D'Ambrosio

Este programa de investigación, con claras implicaciones pedagógicas, tiene sus orígenes en nuestros primeros intentos de enseñar un curso en "Historia de las Matemáticas" en el así

llamado tercer mundo. Una opción usual es seguir la práctica de enseñar Historia de las Matemáticas como una simple colección de resultados puestos en orden cronológico y de nombres asociados con ellos además de algunos comentarios de anécdotas, lo que es de hecho una Historia de las Matemáticas Europeas. La simple identificación de los nativos practicantes de matemáticas en los archivos académicos o en publicaciones, locales o europeas, en tiempos coloniales o en los primeros años de la independencia hasta la actualidad, no cambia la índole eurocéntrica de lo que se llama Matemáticas. Sin la necesidad de ningún adjetivo, por Matemáticas se entiende el modo de pensamiento que se formó en Grecia hace unos 2500 años y que se fue formando a través de la Europa medieval y renacentista hasta sus formas actuales. Los objetivos generales de este modo de pensamiento son, como revelaría un análisis etimológico, un arte o una técnica (tecne = tics) de entendimiento, explicación, aprendizaje sobre, contención con y manejo del medio ambiente natural, social y político. La naturaleza adivinatoria, y por lo tanto mística, de estos objetivos es irrefutable, y otros de tales artes o técnicas fueron muy desarrollados en la misma Grecia, en las civilizaciones de Egipto y África, en el Cercano Oriente y en el Lejano Oriente, y en las civilizaciones trans-atlánticas y trans-pacíficas. Otros sistemas culturales también buscaban su propio arte o técnica de entendimiento, explicación, aprendizaje sobre, contención con y manejo del medio ambiente natural, social y político, y la naturaleza adivinatoria, por lo tanto, el misticismo, asociados con estos objetivos son de nuevo irrefutables. En particular, muchas de estas técnicas dependen de procesos como contar, medir, clasificar, ordenar, inferir. La búsqueda, que continuó a través de la historia, ha sido, y continúa siendo, la motivación esencial de grupos culturales bien identificados para la construcción de cuerpos de conocimiento que llegaron a llamarse Religión, Arte, Filosofía, y Ciencia. Cuando decimos grupos culturales bien identificados nos referimos a grupos de gentes que comparten características de civilización comunes y distintivas, tales como la jerga, códigos de comportamiento, esperanzas y temores, o resumiéndolo todo, lenguaje y cultura en su amplio sentido. Podríamos decir grupo étnico en la amplia acepción de la raíz etnos, que ha sido abusivamente asociada, en las mentes coloniales, exclusivamente con raza.

Llamamos **Etnomatemáticas** el arte o técnica de entendimiento, explicación, aprendizaje sobre, contención y manejo del medio ambiente natural, social, y político, dependiendo de procesos como contar, medir, clasificar, ordenar, inferir, que resultan de grupos culturales bien identificados. En el caso de los griegos la naturaleza adivinatoria de estos objetivos es irrefutable, y esto fue hecho a través de técnicas, aprendidas de Egipto, Babilonia y otras partes, de conteo, ordenamiento, medición, inferencia, entre otros, que competían con las prácticas oraculares. Estos artes o técnicas tenían distintos nombres, entre ellos geometría, aritmética, *ars magna*. Lo mismo es cierto con los avances de esta forma de pensamiento en Islam, y entre ellos uno se llamaba *al-jabr*, el otro *al-mucabala*. Lo mismo con el desarrollo

de las geometrías sagradas y el misticismo numérico de la Europa Cristiana Medieval. Nadie usaría en aquel entonces la palabra matemáticas, ni mucho menos Etnomatemáticas, para describir tales prácticas. También es claro que el hecho de que distintos grupos culturales estén expuestos los unos a los otros trae consigo cambios culturales inevitables. Estas dinámicas culturales resultan en modificaciones intensas y frecuentes de artes, técnicas y el amplio rango de manifestaciones del comportamiento intelectual, incluyendo obviamente las Etnomatemáticas.

La exitosa empresa europea de traer "civilización" al mundo entero, exitosamente llevado a cabo en tan sólo la etapa del siglo 16, trajo consigo y modo de pensamiento que entonces se empezaba a llamar Matemáticas, llevando consigo el sentido de racionalidad, precisión, eficiencia, verdad. Esta forma de pensamiento ha sido desde entonces aclamada como la esencia de la racionalidad del hombre, omitiendo cualquiera de las modificaciones resultantes de las dinámicas culturales. Más que la religión, el arte, la filosofía y las ciencias en general, que han sido sometidos a los principios básicos de las dinámicas culturales, las Matemáticas se han impuesto a sí-mismas como un modo eminentemente eurocéntrico de pensamiento, originando en el Mediterráneo e incorporando tradiciones islámicas, absoluto en sus códigos y paradigmas. Tan absoluta fue esta imposición que la mayoría de los códigos se conservaron, imponiéndose a sí-mismos (a través de un mecanismo de inserción) a lenguajes de origen no-europeo. Algunas historias de las matemáticas muestran ejemplos de desarrollos en China, India, Japón, e incluso civilizaciones de los Andes, e intentan equiparar algunos de sus resultados y prácticas con similares europeos. El tono general ha sido "¡Miren lo buenos que eran! ¡conocían el cero e incluso conocían una forma del teorema de Pitágoras!". Incluso referencias a las matemáticas egipcias se limitan a mostrar que eran capaces de resolver algunos problemas que se parecen a la manipulación de fracciones. La misma esencia del arte o de la técnica de entendimiento, explicación, aprendizaje sobre, contención con, y manejo del medio ambiente natural, social, y político, dependiente de procesos como contar, medir, clasificar, ordenar, inferir o su equivalente entre los egipcios, o los chinos, o los aztecas, o los bárbaros nunca ha sido mencionada en las historias actuales de las matemáticas. De hecho, lo que usualmente se llama historia de las matemáticas debería ser llamado Historia de las Matemáticas Europeas.

Mucha investigación es necesaria para aumentar el saber de las Etnomatemáticas. Necesitamos alguna categorización de esta investigación para así poder aprovechar varios proyectos que se están llevando a cabo en distintas partes del mundo, bajo nombres diferentes, pero que satisfacen nuestra conceptualización de Etnomatemáticas y que consecuentemente contribuyen al añadir al todavía limitado conocimiento de ellas. Las categorías que usamos para sintetizar la investigación relevante en Etnomatemáticas son:

I. Investigación en ambientes culturalmente diversificados.

II. Desarrollo curricular.

III. Aplicaciones extra escolares.

IV. Fundamentos conceptuales y teóricos.

Íntimamente relacionado con esto está el programa de investigación en historia de las matemáticas, que puede identificarse con la conceptualización misma de Etnomatemáticas descrita antes, toma en cuenta las dinámicas culturales, que indudablemente subyace a la evolución de los procesos cognoscitivos, y ubica a la historia de las matemáticas en un marco teórico más amplio de la historia de las ideas y de la visión aún más amplia de la historia general. Es claro que todas estas etapas de análisis histórico deben ser enfrentadas a tanto la visión de los ganadores -en el caso de las Matemáticas, son las Matemáticas Europeas (o Académicas) - como a la de los perdedores. En el caso de las Matemáticas, esto significa investigar las prácticas precoloniales, como se identifican a través de monumentos, artefactos, documentos y prácticas conservadas en comunidades con fuertes raíces culturales. El programa termina con un análisis crítico de la transferencia, como es vista en la institucionalización y en la productividad académica tanto cuantitativamente como cualitativamente, de las Matemáticas a las naciones periféricas.

En Latinoamérica, desde la mitad de los años 70 hemos enfatizado un programa de investigación con la siguiente dirección general:

1. Fundamentos epistemológicos; Etnomatemáticas.
2. Bases socio-culturales de las Matemáticas Europeas: un enfoque histórico.
3. Especificidades de la Ciencia Ibérica en la Edad Media; Matemáticas de los descubrimientos y del período colonial temprano.
4. Matemáticas Pre-Colombinas: un enfoque histórico.
5. Período colonial tardío; esfuerzos hacia la introducción de las Matemáticas Modernas en España y Portugal y reflexión en las colonias.
6. Movimientos de independencia, ideas modernas y Matemáticas Europeas en Latinoamérica en el siglo 19; aspectos institucionales.
7. Historia de Matemáticas Indígenas, Populares, y Profesionales (Matemáticas en uso cotidiano, Matemáticas Rurales, Matemáticas Comerciales, Matemáticas de Ingenieros y Científicos): un enfoque socio-cultural.
8. Introducción y producción de Matemáticas al final del siglo 19 y en el siglo 20 en Latinoamérica: análisis cuantitativo y cualitativo.

Con algunas modificaciones, principalmente afectando a los capítulos del 4 al 8, el mismo programa puede ser adaptado para otras regiones del mundo.

Volumen 6, Número 2, Julio 1991

Epistemología de Paulo Freire

Marilyn Frankenstein, Universidad de Massachusetts

Arthur B. Powell, Universidad Rutgers

...nuestra tarea no es enseñar a los estudiantes a pensar ... ellos ya lo hacen; sino intercambiar nuestras formas de pensamiento con cada uno de los otros y mirar juntos para encontrar mejores formas de enfocar la decodificación de un objeto. (Freire, 1982)

En su conexión con la pedagogía, la conjetura básica que está implícita en el emergente campo de la etnomatemática es que nuestros estudiantes, a través de sus actividades diarias, ya piensan en forma matemática. Para entender sus formas de pensar matemáticamente, nosotros necesitamos reconsiderar lo que consideramos como conocimientos matemáticos. Necesitamos aprender acerca de cómo la cultura - en la práctica cotidiana, en el lenguaje e ideológicamente - interactúa con los puntos de vista que los estudiantes tienen de la matemática y de sus formas de pensar matemáticamente. El aprendizaje acerca de estos puntos de vista y las formas de pensamiento son oportunidades para profundizar nuestros conocimientos matemáticos y pedagógicos. Necesitamos recuperar la historia oculta y distorsionada de las contribuciones de todas las culturas a la matemática. Más aún, debemos convencer a nuestros alumnos que ellos ya piensan matemáticamente y que ellos pueden aprender matemáticas "escolares" o "académicas", necesitamos conectar su entendimiento matemático con una historia distorsionada de las matemáticas y con aquello que los matemáticos académicos están estudiando.

Empezamos con una discusión de las teorías de Paulo Freire acerca de la naturaleza del conocimiento en que presenta el rango de las tradiciones intelectuales que sustentan la base teórica de la etnomatemática. Después argumentamos que su epistemología informa las bases teóricas de esta disciplina. Resumimos el rango de áreas que están contribuyendo con ella y entregamos las razones que sustentan las aplicaciones curriculares que se entregan como ejemplos. En conclusión, indicamos algunas implicaciones para seguir investigando el conocimiento matemático y sus vinculaciones a la acción política y cultural.

Volumen 9, Número 2, Julio 1994

II Congreso Iberoamericano de Educación Matemática

Celebrado en Brasil con mucha Etnomatemática

El Segundo Congreso Ibero-Americano sobre Educación Matemática (II CIBEM) fue celebrado en Blumenau, Brasil, del 17 al 22 de Julio de 1994. Las discusiones sobre Etnomatemáticas tuvieron un papel muy importante en el Congreso. En una discusión de mesa redonda sobre *Ibero-América en el Escenario Internacional de la Educación Matemática*, Claude Gaulin de Canadá señaló que una de las áreas en la cual Ibero-América ha hecho contribuciones originales e importantes en educación matemática es específicamente en Etnomatemáticas.

Una sesión de trabajo sobre *Educación Matemática, Etnomatemática y Movimientos Sociales* se llevó a cabo cada uno de los tres días de la conferencia. Esto fue coordinado por Geraldo Pompeu Jr., Gelsa Knijnik, Marcelo Borba de Brasil, Isabel Soto de Chile y Marilyn Frankenstein de E.U.A.

Uno de los discursos notables fue sobre *Etnomatemáticas - Didácticas Fenomenológicas - Escuela* por Isabel Soto de Chile.

Entre otras presentaciones relacionadas a Etnomatemáticas estuvieron:

Relaciones entre Matemática Escolar y Matemática Cotidiana desde una Perspectiva Histórica Social por José Roberto Boettger Jardimetti de Brasil.

Conocimiento Popular y Conocimiento Académico en la Lucha por la Tierra: Una Aproximación Etnomatemática y Cultural, Educación y Matemáticas en la Lucha por la Tierra por Gelsa Knijnik de Brasil,

Etnomatemáticas y el Salón de Clases por Geraldo Pompeu Jr. de Brasil,

Matemáticas Multiculturales en la Preparación de Maestros por Fernando Castro de Venezuela.

¿Otra Definición de Etnomatemática?

Uno de los objetivos establecidos en este boletín es continuar con el diálogo sobre *¿Exactamente que es Etnomatemáticas?*. Esto se inició en la primera emisión en 1985. Ha fructificado lo suficiente como para generar un artículo en la primera publicación de *A Educação Matemática* el periódico oficial de la Sociedad de Educación Matemática Brasileña. En el artículo, "Etnomatemática: Búsqueda para una Conceptualización en el Curso del

Boletín de ISGEm". Para motivar discusiones posteriores se presenta la siguiente definición por Geraldo Pompeu Jr. de Brasil:

Etnomatemáticas se refiere a cualquier forma de conocimiento cultural o actividad social característica de un grupo social y/o cultural, que puede ser reconocido por otro grupo tal como antropólogos "occidentales" pero no necesariamente por el grupo de origen, como conocimiento matemático o actividad matemática.

Sociedad Brasileña de Educación Matemática Dedicó su Primera Edición de la Revista a Etnomatemáticas

La Sociedad Matemática Brasileña de Educación Matemática (Sociedade Brasileira de Educação Matemática) lanzaron su periódico, A Educação Matemática, con un tema sobre Etnomatemática. Los artículos publicados fueron *Etnomatemática: Un Programa* por Ubiratan D'Ambrosio, *Ciudadanía y Educación Matemática* por Eduardo Sebastiani Ferreira. *El "Mundo Real" y la Enseñanza Día a Día de las Matemáticas* por Luciano Meira, *Conocimiento Popular y conocimiento Académico en una Lucha por la Tierra* por Gelsa Knijnik, *Etnomatemática y la Cultura en el Salón de Clases* por Marcelo Borba. La emisión también incluye dos resúmenes. Uno titulado *Etnomatemática: Una Búsqueda Para la Conceptualización del Curso del Boletín del ISGEm* por María Queiroga Amoroso Anastacio. El otro por María Beatriz Ferreira Leite, es un resumen de la disertación doctoral de Geraldo Pompeu Jr. titulada *Diseñando Etnomatemáticas para el Currículo Escolar: Una Investigación sobre las Actitudes de los Maestros y del Aprendizaje de los Alumnos*. La emisión termina con resúmenes de brasileños que tienen perspectivas Etnomatemáticas.

Volumen 11, Número 1, Diciembre 1995

Tesis recientes & tesis doctorales sobre Etnomatemáticas

Ubiratan D'Ambrosio

Se ha informado de varias tesis doctorales sobre Etnomatemáticas en diferentes partes del mundo. Algunas se han realizado en Brasil y en España. Estas son contribuciones de investigación efectiva que agregan significado al área. A continuación, se informa de algunas de ellas.

En Mayo de 1995, **María Luisa Oliveras Contreras** presentó una tesis doctoral en la Universidad de Granada, España con el título *Etnomatemáticas en Trabajos de Artesanías*

Andaluza: Su Integración en un modelo para la Formación de Profesores y en la Innovación del Currículo Matemático Escolar. Este importante trabajo es el resultado de más de diez años de investigación sobre las matemáticas identificadas en artefactos artísticos típicos de Granada. Tres clases de éstos fueron escogidos para la investigación: *empedrados*, *taraceas* (*marquetería*) y *alfombras*. Una etnografía muy original es propuesta por el autor para identificar los contenidos matemáticos de estos bellos trabajos manuales. El marco teórico etnomatemático permite el reconocimiento de importantes estilos de hacer matemática, los cuales serían irreconocibles bajo los puntos de vista prevalecientes de las matemáticas académicas. Un importante aspecto de la tesis doctoral es investigar la forma en que las técnicas de trabajo se transmiten entre los artesanos, los maestros y los aprendices. Esto fue llamado muy apropiadamente por el autor "etnodidáctica". Los métodos que se observaron fueron muy importantes para proponer una estructura de entrenamiento a maestros a través de proyectos. Se reconoce en lo anterior un entrenamiento a los maestros para que actúen como investigadores. Esta importante contribución a la Etnomatemática probablemente llegará a ser un libro en las series publicadas por el Departamento de Didáctica de la Matemática en la Universidad de Granada.

En Marzo de 1995 **Gelsa Knijnik** puso a consideración de la Facultad de Educación de la Universidad de Rio Grande do Sul, en Porto Alegre, Brasil, una tesis doctoral bajo el título *Cultura, Matemática, Educação na Luta pela Terra* [Cultura, Matemáticas, Educación en la Lucha por la Tierra]. Este trabajo tan importante es el resultado de varios años de investigación entre los maestros del así llamado "Movimento dos Sem-Terra". Esta es una acción política con el objetivo de ocupación de las tierras las cuales, de acuerdo a la Constitución de Brasil están sujetas a la expropiación para la reforma de la tierra. La posesión efectiva de estas grandes regiones de tierra después de la ocupación, implica varios trámites legales los cuales pueden tomarse mucho tiempo, normalmente cerca de cinco años. Lo cual significa que los ocupantes de estas tierras son confinados a esas áreas y tienen que desarrollar sus propias estructuras sociales: escuelas, asistencia médica y producción. Ellos no pueden abandonar el territorio y el apoyo que reciben no es permanente, de acuerdo a las demandas humanitarias. En este período de confinamiento tienen que depender de sus propios recursos. Estas poblaciones rurales tienen una educación mínima y tienen que organizar sus propias actividades tales como la demarcación de la tierra, su sistema de producción, así como su sistema escolar. Existen muchas matemáticas en todas estas actividades. La investigación etnográfica de Gelsa Knijnik está enfocada en la identificación de la Etnomatemática de estos procesos, brindando los instrumentos de apoyo para integrar estas prácticas en un currículo matemático escolar relevante para sus necesidades inmediatas y permitir la transición al sistema escolar oficial, después de vencer los obstáculos legales. Como conducir un entrenamiento a maestros para estos sistemas educativos paralelos, dependiendo por supuesto de los recursos humanos proporcionados por una

población confinada y sin educación es un gran desafío. La tesis de Knijnik presenta un estudio socio-político y pedagógico de estos aspectos presionando siempre en el contenido matemático en cada paso del proceso. El marco teórico incluye una discusión sobre los aspectos conceptuales de Etnomatemática.

En Abril de 1995, **Adriana Isler P. Leite** presentó una tesis doctoral al Programa de Pos-Graduação de Educação Matemática de la Universidade Estadual Paulista/UNESP en Rio Claro, bajo el título *A Brincadeira é Coisa Séria: Estudos em Torno da Brincadeira, da Aprendizagem e da Matemática* [Jugar es Cosa Seria: Estudios sobre el Juego, Aprendizaje y Matemáticas]. Esta tesis doctoral fue el resultado de una investigación etnográfica que se llevó a cabo durante tres años, involucrando niños de entre 5 a 8 años de edad. La cuestión principal era entender la manera en que los niños juegan espontáneamente y reconocer el contenido matemático de estas actividades. El marco teórico se basó en Etnomatemática y la etnografía adoptada, con el análisis de cerca de 60 horas de videos, lo cual fue una importante contribución para entender la formación de los conceptos matemáticos en los niños de poca edad. Es de mucha importancia para la discusión conceptual de la naturaleza de la Etnomatemática desde el punto de vista de las teorías de cognición y aprendizaje, particularmente de Vygotski.

Marianna Kawall Leal Ferreira puso a consideración de la Universidad de Sao Paulo una tesis doctoral sobre *Da Origem dos Homens a Conquista da Escrita: Um Estudo sobre Povos Indígenas e Educação Escolar no Brasil* [Desde el Origen del Hombre a la Conquista de la Escritura: Un Estudio de Gente Indígena y la Educación Escolar en Brasil] la cual trata con la construcción del conocimiento en una tribu del Amazonas. Una investigación muy cuidadosa se condujo entre varias diferentes tribus del *Parque Indígena do Xingú*. Una variedad de culturas proporcionó al autor la oportunidad de entender los fundamentos históricos y psicológicos de los cuales estas tribus construyen su conocimiento. Varios aspectos de la cultura india tal como son vistos en las escuelas de las tribus, son analizados, enfocándose sobre el proceso educativo el cual da énfasis sobre la transmisión del conocimiento "oficial" y los valores.

Sonia Maria Clareto trabajó en una pequeña comunidad pesquera a la orilla del mar (Caicara) en el Estado de São Paulo. Esta tesis doctoral fue un estudio etnográfico de la percepción del espacio de los estudiantes después de tomar clases de Geografía. Específicamente, la percepción de los niños después de conocer el globo terráqueo era como "estar patas arriba". Una tesis doctoral muy interesante intitulada *A Criança e seus dois mundos: A representação do Mundo em crianças de uma comunidade Caicara* [El niño y sus dos mundos: La representación del Mundo por los niños de una comunidad "caicara"] basada sobre el anterior trabajo fue presentada a la Universidade Estadual Paulista/UNESP en Río Claro.

Samuel López Bello presentó una tesis doctoral sobre *Educação Matemática Indígena – Um Estudo Etnomatemático dos Índios Guaraní-Kaiova do Mato Grosso do Sul* [Educación Matemática Indígena -- Un Estudio Etnomatemático de los indios de Guaraní-Kaiova en el Estado Mato Grosso do Sul]. La tesis se refiere esencialmente a cuestiones sobre educación, particularmente Educación Matemática, entre las comunidades indias en algún estado remoto en el occidente del Brasil. Los principales objetivos fueron identificar y reconocer diferentes maneras de explicar y conocer en la cultura Guaraní y relacionarlas con las estrategias de una enseñanza formal. La investigación etnográfica dio origen a nuevas metodologías y técnicas sobre la observación participante. Se obtuvieron de esta investigación nuevas interpretaciones de modelos cognitivos entre las culturas indígenas. Un resultado importante fue el reconocimiento del papel de la historia de los individuos y de las comunidades en el proceso cognitivo. Entre la variedad de temas discutidos son particularmente importantes las cuestiones sobre figuras, medidas y conteo.

Comentarios generales

La tesis de Gelsa Knijnik fue publicada con leves modificaciones como un libro con el título *Exclusão e Resistência: Educação Matemática e Legitimidade Cultural* [Exclusión y Resistencia: Educación Matemática y Legitimidad Cultural], Artes Médicas, Porto Alegre, 1995. La tesis de Maria Luisa Oliveras Contreras también será un libro. De la parte matemática de la tesis doctoral de Mariana K. Leal Ferreira se hará un folleto: *Com quantos paus se faz uma canoa! A Matemática na vida cotidiana e na experiência escolar indígena* [¿Con cuantos troncos se puede hacer una canoa? Matemáticas de la vida diaria y en una experiencia escolar indígena], MEC/Assessoria de Educação Escolar Indígena, Brasília, 1994. Los otros aparecerán solamente como documentos presentando parcialmente los resultados más importantes. El hecho de que estén escritos en portugués y en español, limita, en un sentido el acceso a estas contribuciones tan importantes a la Etnomatemática. En realidad, una considerable cantidad de investigaciones en este campo surgen de estudios en América Latina, así como en Lusophone países del África, en Portugal y España, aunque el lenguaje sigue siendo una barrera. Afortunadamente gran parte de trabajo importante de Paulus Gerdes ha sido traducido al Inglés y al Francés.

Estos trabajos revelan el gran alcance de la Etnomatemática. Aun cuando difícilmente podemos clasificarlos como trabajos matemáticos. Esto es, en cierto sentido, un tipo de "agresión epistemológica". La diferencia entre Etnomatemática y Etnociencia, Etnohistoria, Etnomusicología, Etnomedicina, Etnopsiquiatría, Etnometodología, es en verdad muy artificial y difícil de establecer. Aún en las civilizaciones mediterráneas y en el reciente siglo XV, la Matemática y la Religión, las Ciencias y el Arte, son difíciles de separar.

Esto nos lleva a mirar de diferente manera, estilos técnicos para explicar, para entender, para copiar del medio ambiente natural y cultural que nos rodea como la esencia de la Historia de

Ideas. Para organizar estos estudios, hemos ideado unas pocas palabras para expresar lo anterior: diferentes maneras, estilos, técnicas [*tics*], de explicar entender, copiar [*mathema*] del medio ambiente natural y cultural que nos rodea [*etno*]. De este modo tenemos un mundo Etnomatemático, en el cual, dentro de su concepción, obviamente incorpora a la Etnociencia.

Maneras, estilos, técnicas de explicar, de entender. De copiar del medio ambiente natural y cultural que nos rodea, han sido desarrollados y acumulados mediante la historia entera de la humanidad en diferentes culturas, con diferentes culturas, con diferentes objetivos y siguiendo diferentes patrones de pensamiento. Dificilmente podemos adecuar el conocimiento obtenido en una variedad de medio ambientes culturales, a la clasificación académica actual de conocimiento el cual viene de las civilizaciones del Mediterráneo. Con la atención que va en aumento para -con respetuosa actitud hacia ellas- las diferentes culturas, se necesitan epistemologías más amplias. Existe una aceptación general de multiculturalismo en la educación, pero puede desaparecer si no adoptamos una aproximación multicultural a la Historia de Ideas. El **Programa Etnomatemática** es una respuesta a esto. Las tesis y las tesis doctorales mencionadas son apropiadas para este programa.

Una Definición de Etnomatemáticas

Gloria Gilmer, Math-Tech Inc

La siguiente definición de Etnomatemáticas ha sido preparada para un diccionario de educación multicultural:

(1) Etnomatemática es el estudio de las prácticas matemáticas de grupos culturales específicos al tratar con problemas y actividades de su medio ambiente: por ejemplo, la manera en que jugadores profesionales de basketball calculan los ángulos y las distancias difieren notablemente de la manera en que lo hacen los camioneros. Ambos, los jugadores profesionales y los camioneros son grupos culturales identificados que utilizan la matemática en su trabajo diario. Ellos tienen su propio lenguaje y maneras específicas de obtener estos cálculos y los etnomatemáticos estudian sus técnicas.

El prefijo 'etno' se refiere a grupos culturales identificados, tales como sociedades nacionales de tribus, grupos de trabajo, niños de una cierta edad y clase, clases profesionales, etc. e incluye sus ideologías, sus prácticas diarias y su forma específica de razonar e inferir.

'Matema' significa explicar, entender y manejar realidades específicas por medio de calcular, contar, medir, clasificar, ordenar, inferir y modelar patrones que nacen del medio ambiente.

El sufijo 'tics' significa arte o técnica.

(2) De aquí que Etnomatemáticas es el estudio de las técnicas matemáticas utilizadas por grupos culturales identificados para entender, explicar y manejar problemas y actividades que nacen en su propio medio ambiente.



Resumo das aulas dadas no curso virtual sobre etnomatemática na UFLA

Qué es Etnomatemática¹

Etno-amigos de **Ubiratan D`Ambrosio**

Março de 1998

Está uma mistura de mau espanhol e igualmente mau português! Mantive a linguagem própria ao ecálogo (hekas = longe + logos = palavra, discurso) que se mantém via internet.

Sem dúvida, esse ecálogo está enriquecendo a ortografia e a gramática que foram estabelecidas através do diálogo e da academia. Claro para muitos não está enriquecendo. Dizem que muito pelo contrário, está empobrecendo e deturpando a língua. Para esses, o voto do analfabeto é responsável por estarem no legislativo e no executivo gente não preparada para as funções, assim como a baixa qualidade da educação é um resultado da quantidade enorme de crianças mal "preparadas" que querem ir para escola. Só devem ter acesso aqueles que se mostrarem qualificados! E o problema de salário tem a ver com um consumismo descabido entre os pobres. Afinal, como pobres não tem bons dentes, é melhor que comam farinha, pois a carne não será bem digerida! Claro uma solução seria uma campanha de dentaduras. Mas, por sorte a equipe econômica alertou para o alto consumo de alimentos que isso causaria e que poderia afetar a estabilidade do real. No final comento sobre isso.

Obviamente, etnomatemática é uma proposta política, embebida de ética, focalizada na recuperação da dignidade cultural do ser humano. Já é tempo de parar de fazer dos trajes tradicionais dos povos marginalizados fantasias, dos mitos e religiões desses povos folclore, da medicina desses povos crime. E da sua matemática curiosidades.

¹ **Nota dos editores:** título que Valdemar Vello deu à seção na qual estava inserido este texto no primeiro *site*, seguido da imagem, captada do próprio *site*, que a ilustrava.

Aula 1

¿Porqué Etnomatemáticas? En el estudio de las Matemáticas académicas (matemática que se enseña en las escuelas), es claro que esa es un producto del pensamiento mediterráneo. Los orígenes egipcio y babilónico de una matemática práctica y el pensamiento abstracto de los griegos se mezclan.

Siempre se ve, muy explícitamente en Platón, referencia a dos matemáticas, una práctica, concreta y otra abstracta. En verdad, no se habla de matemáticas (el termino, con el sentido de hoy, aparece solo en el siglo XV; pero lo utilizaremos). El "estilo matemático" (deducción) para hacer reflexiones filosóficas es lo que caracteriza el pensamiento de los griegos.

El mejor representante de una mezcla de la matemática concreta y la matemática abstracta (hacer utilidades del método deductivo) es Arquímedes.

Esa fusión (en verdad un sentido eminentemente práctico a esas reflexiones) es absorbido por los romanos. Y el hacer matemático de los romanos se caracteriza por su practicidad. Eso se ve en Vitruvius: Los Diez Libros de Arquitectura. (sig. 1 a.C., una importante fuente para entender el conocimiento científico de los romanos). La practicidad es no menos académica y es una respuesta al proyecto imperial romano. Llega la Edad Media, que tiene como proyecto mayor la construcción de una filosofía, el cristianismo. Lo que se hace académicamente (monasterios y posteriormente las universidades) está focalizado en ese proyecto. Llega la conquista y la colonización. Lo que se hace académicamente (universidades) es motivado por el proyecto colonial.

Mientras, desde el tiempo de los griegos, el día-a-día del pueblo sigue su curso. Claro, involucrado en los proyectos mayores de los imperios, pero como recipiente tardío del conocimiento desarrollado académicamente y construyendo sus propios conocimientos. Siempre el conocimiento académico llega, tardíamente, al pueblo, pero mistificado, con características de filtrar, de controlar, de cooptar el pueblo en los proyectos imperiales.

¿Qué se pasa con el conocimiento del pueblo? ¿Cómo es generado, como se organiza y se difunde? ¿Dónde se queda? En general es absorbido (expropiado) más tarde por el "establishment". Mientras eso es un conocimiento en elaboración y utilizado por las clases marginalizadas, de la misma manera que el conocimiento académico ("oficial"). ¿Cómo se resuelve el conflicto de dos universos de conocimiento? Es sobre todo una cuestión epistemológica. Las mismas preguntas se pasan con el conocimiento de las naciones periféricas. Hay conocimiento "local" que es aprovechado (expropiado) por las metrópolis imperiales (iguales a centros de poder religioso, político, cultural, económico) y que genera, organiza y difunde conocimiento.

El Programa Etnomatemáticas se refiere a esos cuestionamientos. Focalizo inicialmente en las Matemáticas puesto que se creó, en torno de ese conocimiento, el mito de universalidad. Se admite multiplicidad de religiones, de lenguas, de culinarias, incluso medicinas alternativas, etc, pero no hay espacio para la multiplicidad de matemáticas. Así el Programa Etnomatemáticas es en verdad un Programa de Teoría del Conocimiento. El mito es que racionalidad = matemática OCIDENTAL. Todos consideran inteligentes los que van bien en Matemáticas. Un buen ejemplo es dado en la bella película de Werner Herzog: El Enigma de Kasper Hauser, en la cual se ve como teste de sanidad la capacidad de pensar lógicamente (la lógica que sirve de base a la matemática). Reflexión sobre ese mito es la esencia del Programa Etnomatemáticas.

Entiendo Programa como un programa de investigación, un poco en el sentido de Lakatos.

TAREA: Una reflexión sobre las cuestiones del párrafo anterior (indented). En verdad, continuaremos algunas Aulas sobre esas mismas cuestiones.

LECTURAS: El Prefacio que escribí al libro de Arthur Powell y Marilyn Frankenstein. Mucho de mi libro. Es interesante un artículo reciente de Kevin Kelly: "The Third Culture", in SCIENCE, vol 279, 13 February 1998, pp.992-993). Acceso internet www.sciencemag.org.

Aula 2

Por las discusiones que se siguieron al AULA 1, veo que hay dos cuestiones que llamaran la atención de muchos de ustedes:

1. El conocimiento matemático mismo y los correspondientes criterios de verdad;
2. El problema político de la transferencia de conocimientos.

El conocimiento matemático: veo un ciclo de generación, organización intelectual y social y difusión produciendo todo el conocimiento, cualquiera sea la forma de eso (matemático, religioso, culinario, etc). Ese ciclo es permanente y se auto alimenta. El proceso de generación es la respuesta del individuo a las necesidades más inmediatas de supervivencia y de transcendencia.

Supervivencia es claro lo que sea (de sí mismo, de la especie - por eso el encuentro de sexos distintos). Transcendencia es ir allá de lo más evidente: que se nace y se muere, ir mas allá del periodo de existencia. Los mentefatos y artefactos así engendrados son compartilhados vía comunicación con el "otro".

Dos puntos fundamentales en mi pensar: el encuentro con el "otro" (diferente) y la comunicación. En una cierta forma, el encuentro con el otro es presente en los medios de supervivencia del individuo. Mata y come el otro MUY DIFERENTE, de otra especie (animales,

plantas) y mismo busca la "cooperación" con no vivos, como piedras -- para hacer instrumentos -- agua, aire. Ese encuentro ha engendrado sentimientos místicos, religiosos y artísticos. Vean el "culto" a los cristales, y las técnicas. Esa es la organización intelectual.

La comunicación entre individuos que, en nuestra especie se distingue de las demás, y permite mismo la creación de nuevos mentefatos y encuentros más enriquecidos. Esa es la organización social.

Y expropiados por la estructura de poder, hay un proceso de difusión por parte del poder.

Cuestión: en ese proceso, ¿Cómo se establece el poder? ¿Es intrínseco a la vida?

Cuestión mayor: ¿Qué tiene matemáticas a ver con eso?

Aula 3

Retomo mis "prelecciones" (em português, PRELEÇÃO = Discurso ou conferência didática).

Ayer asistí en el teatro a "O Inimigo do Povo" de H. Ibsen. Muy apropiado para los días de hoy.

¡Algún comentario sobre el "Alustapasivistykselitys!"

Hoy quiero hablar sobre la escuela. Voy hacerlo en portugués, aprovechando un texto que estoy elaborando. Se refiere al curriculum de las escuelas elementales.

Recordación: La palabra Etnomatemáticas es un constructo etimológico:

etno = cultura, MATEMA = explicar y manejarse en la realidad, tica + arte o técnica que responde al "drive" (pulsión de los psicoanalistas) de supervivencia y transcendencia. ¿Cómo practicar en la escuela?

DEFINICION: Currículo es la estrategia para el ejercicio de la práctica educativa.

O currículo romano, denominado trivium, consistia de gramatica, retorica e dialética. Essas habilidades permitiam a cidadania no Império.

Também como parte de um projeto imperial de expansão para o Oeste, os Estados Unidos propõem o currículo dos "three R's": **R**eading, **wR**iting and **aR**ithmetics. Logo esse currículo é adotado em todo o mundo e hoje temos o currículo dominante: LER, ESCREVER e CONTAR. Sem dúvida, isso é insuficiente para o mundo moderno. Hoje necessitamos uma proposta curricular mais ampla.

Um trivium para a nossa era deve contemplar a percepção da realidade natural, social e cultural que nos cerca.

Poucos discordam do fato que alfabetização e contagem são insuficientes para o cidadão de uma sociedade moderna. Em alguns aspectos podem ser necessárias, mas certamente são insuficientes. Isto é visto numa crítica aos sistemas de conhecimento disciplinar vigentes.

Proponho LITERACIA, MATERACIA e TECNORACIA como componentes para um novo currículo. Esses três neologismos sintetizam minha resposta à crítica que faço da educação como vem sendo praticada. É uma nova conceituação de currículo que acredito responder às demandas do mundo moderno.

LITERACIA: é a capacidade de processar informação escrita, o que inclui leitura, escritura e cálculo, na vida quotidiana.

MATERACIA: é a capacidade de interpretar e manejar sinais e códigos e de propor e utilizar modelos na vida quotidiana.

TECNORACIA: é a capacidade de usar e combinar instrumentos, simples ou complexos, avaliando suas possibilidades e suas limitações e a sua adequação a necessidades e situações diversas.

Com relação a literacia, é importante lembrar que ler, escrever e contar tem hoje características muito distintas das de outros tempos, sobretudo graças à tecnologia. Um estudo comparativo das grandes transformações que ocorreram quando apareceram novas tecnologias afetando o ler, o escrever e o contar e uma análise do que se passou com a aquisição de conhecimento em cada momento em que uma nova tecnologia apareceu escapa às dimensões deste trabalho. Mas sugiro ao leitor uma reflexão sobre a invenção da escrita e do alfabeto, dos sistemas de numeração, em particular o indo-arábico, da imprensa, do rádio e da televisão. Cada uma dessas tecnologias de comunicação trouxe profundas modificações de capacidades cognitivas e tiveram reflexos da maior importância na sociedade.

Ao longo da história todas as sociedades foram se modificando com o surgimento de novos meios de comunicação, de novas tecnologias e de novos modelos de produção e vários outros fatores. Mas é importante notar que nenhum dos novos meios eliminou os demais nem os anteriores. Houve, sim, uma combinação de tecnologias. Mas sempre houve, por parte da escola, grande resistência à incorporação de novos meios.

Hoje estamos entrando na era da teleinformática, isto é, telecomunicações mais o uso generalizado da calculadora e do computador. O que está se passando com os meios anteriores? O que representa saber ler e escrever na sociedade atual? Como será no futuro? Sem dúvida a diversidade cultural, as novas tecnologias e as mudanças profundas na organização da sociedade são essenciais para se abordar essas questões.

A materacia trata do manejo, do entendimento e do sequenciamento de códigos e símbolos para a elaboração de modelos e suas aplicações no quotidiano. O que se espera com isso é o desenvolvimento da criatividade e da capacidade de se desempenhar em situações novas.

Desde os primórdios da humanidade tem-se notícias da importância de símbolos e códigos que são fundamentais para as tomadas de decisões em todos os níveis das populações. Representações têm sido fundamental na ampliação da realidade através de simulação de situações imaginárias, incorporando mentefatos a ela. Esses mentefatos passam a informar o indivíduo e assim se organizam e se estruturam em sistemas de explicações, crenças e tradições. A crítica dos modos de explicar e das crenças é o ponto de partida para o que poderíamos chamar materacia, algo essencial no mundo moderno.

A questão maior na capacitação de indivíduos é a passagem da elaboração sobre mentefatos [teorizações sobre fatos que se deram] para a definição de estratégias de ação adequadas para uma situação nova [lidar com fatos novos]. Isso afeta particularmente a aquisição de conhecimentos matemáticos que constituem os currículos escolares. Definir estratégias adequadas depende da elaboração de modelos baseados em experiência com modelos anteriores, e esse é o objetivo maior da modelação matemática. É claro que elaborar modelos exige que se utilize códigos e símbolos do quotidiano.

Ora, os códigos e símbolos são fatos culturais e têm, naturalmente, uma historicidade. Particularmente importante é o relacionamento da modelagem e da história.

É possível caracterizar a materacia como o domínio de estratégias que possibilitam a crítica dos modos de explicar, das crenças e das tradições, dos mitos e dos símbolos. Algo característico do conhecimento científico [mentefatos] atual é a sua reificação como tecnologia [artefatos]. O conhecimento científico se manifesta assim num artefato ou numa peça de tecnologia que traduz maneiras de se lidar com o entorno natural e cultural, e à qual se incorporaram os modos de explicar, as crenças, as tradições, os mitos e os símbolos. O manejo dessas tecnologias é possível graças à literacia. A crítica aos sistemas que deram origem a elas exige a análise desses artefatos e é possível graças à materacia. Essa análise vai nos alertar para possíveis distorções, mau uso mesmo, dos artefatos criados.

E sobre a tecnoracia? Efetivamente, o mau uso da tecnologia domina a atenção da sociedade. Os grandes benefícios que resultam do uso adequado da tecnologia são muitas vezes absorvidos pela população como tendo um caráter de normalidade, ficando assim as críticas para o que não andou bem. E, naturalmente, o que anda mal ofusca o que anda bem.

Os benefícios e as possibilidades abertos pela tecnologia para melhor qualidade de vida para toda a humanidade é inegável. Mas tem havido muitos malefícios. Grande parte dos males

associados à tecnologia podem ser localizados em dois focos: objetivos impróprios e utilização irresponsável.

É responsabilidade da educação a preparação do futuro consumidor de tecnologia, convidando-o a refletir, holisticamente, sobre as consequências do uso de determinadas tecnologias.

Por exemplo, a responsabilidade no consumo é o único caminho que se pode apontar para escapar ao problema crescente de poluição urbana (lixo alimentar e industrial) e ambiental (ar, águas e solos). As condições de higiene e de saúde, consequências dessa poluição, se aproximam rapidamente do colapso.

Igualmente importante é preparar o futuro produtor de tecnologia (inventor, empresário, vendedor, operário) para que seu produto seja dirigido a fins positivos.

Essas duas responsabilidades dos sistemas educacionais, que devem ser prioritárias nos níveis mais elementares da escolaridade, são as metas da tecnocracia, que inclui a análise crítica dos objetivos, consequências, ética, história e filosofia da tecnologia.

Recién recibí un libro muy interesante:

Gary Urton: The Social Life of Numbers. A Quechua Ontology of Numbers and Philosophy of Arithmetic, University of Texas Press, Austin, 1997; ISBN 0 - 292 - 78534 - 8

Uno de los temas que el libro sugiere -- y que también el trabajo de Oscar Pacheco Rios sobre "Etnogeometría" sugiere -- es de nomenclatura.

Conocemos estudios de Etnobotánica, Etnopsiquiatria, Etnohistoria (incluso hay una revista llamada "Ethnohistory"). El prefijo etno puede se considerar hasta superfluo en esas condiciones si se considera que el conocimiento tiene algo a ver con el entorno-socio cultural. Pero la distinción disciplinaria es, en sí, el resultado de un determinado entorno socio-cultural, muchas veces identificado -- yo creo equivocadamente con Descartes. Ver los hechos (the "facts"), las "cosas", del mundo por una luneta disciplinaria es propio de la cultura mediterránea. Al entender otras culturas con el enfoque disciplinario y focalizar en el aspecto de las manifestaciones de una cierta disciplina en esas culturas, hay un evidente "vías". La "geometría" de los Xingus estudiados por Pedro Paulo Scandiuzzi cuando el reconoce "triángulos" en la decoración de la cerámica tradicional es de otra naturaleza de la geometría que nos permite hablar de triángulos. De otra manera, sería imposible al entender cuáles son las características de triángulos machos y triángulos femeninos.

Por esas consideraciones llego a la transdisciplinariedad. La ETNOMATEMATICA en mi concepción es etno+matema+tica, eso es, LAS ARTES, TECNICAS, MANERAS, ESTILOS [=

TICAS] de EXPLICAR, ENSEÑAR, COMPREENDER, MANEJAR, LIDIAR, "To cope with", "se débrouiller" [= MATEMA] en SU ENTORNO NATURAL y CULTURAL [= ETNO]. Muchos dicen: 'pero eso es todo del comportamiento y conocimiento humano'. Si, pero al organizarse y socializarse, es el conocimiento propio de cada cultura focalizado en la totalidad de acciones y perspectivas, objetivos y estrategias. Por eso, Etnomatemática es una visión holística del conocimiento transdisciplinario.

¿Porque no hablar de ALUSTAPASIVISTYKSELITYS para referirse a esa visión holística del conocimiento transdisciplinario?

Porque MATEMÁTICA (en el sentido académico, tradicional) ha sido la estrategia de las culturas mediterráneas de explicar y manejar su entorno. Así se explica la "intimidad" de la matemática con la filosofía y la religión en el mundo antiguo y medieval y con la tecnología y economía del mundo moderno. Y se empieza a ver su intimidad con estudios mayores (ciencias de la mente, estudios de la consciencia, inteligencia artificial, biología molecular). Así, MATEMÁTICA (en el sentido académico) es un buen ejemplo de ETNOMATEMÁTICA en su sentido amplio. Esa es la propuesta historiográfica y epistemológica intrínseca a la Etnomatemática (así como a la transdisciplinariedad).

En el Capítulo 5 de mi libro "Etnomatemática" que se titula "Um enfoque antropológico à Matemática e ao seu ensino" hablo de la generación del conocimiento.

Mi modelo de generación de conocimiento por el individuo es:

- * REALIDAD (como una totalidad de cosas)
- * informa al INDIVIDUO – que capta esas informaciones por los mecanismos fisiológicos, los sentidos, la memoria, incluso genética, individual y colectiva [= mitos, símbolos]
- * que procesa esa información para definir estrategias de ACCION
- * y realiza [ratifica] esas acciones produciendo cosas (que llamo en portugués fatos, del latín factum, y, concretas o abstractas, cosas que llamo respectivamente "artefactos" y "mentefatos")
- * que se acrecientan a la realidad que informa el individuo que procesa Y ASÍ VA el ciclo de generación de conocimiento:
... REALIDAD --> INDIVIDUO --> ACCION --> REALIDAD --> INDIVIDUO --> ...,
- * que es ciclo de vida. La única posibilidad de interrupción es la muerte.

¿Como el conocimiento generado por el individuo se socializa?

Artefactos informan a otros por los sentidos [de esos otros], pero los mentefatos necesitan un lenguaje, que es una forma de hacerlos posible de informar al otro. El lenguaje ha evolucionado a lo largo de la historia de la especie, del rugido al lenguaje articulado, simbólico y eventualmente a otros niveles de transmisión [paralenguajes]. Del mentefato, que es privativo del individuo [ideas, conceptos, sentimientos], se pasa a colectivizarlos y socializarlos y así se organizan el complejo de artefactos y mentefatos socializados acumulados en un grupo en eso que se llama cultura.

Consideraciones Finales

Yo creo que, en ese momento, examinando todo lo que usted ha comentado, hay dudas que se puede llegar a algo nuevo vía la Etnomatemática, que tiene la connotación del viejo, de tradiciones que se mantienen, de prácticas y teorías derrotadas y subordinadas. El modo de pensar victorioso, que triunfó -- y ahí están las ciencias y las matemáticas académicas, con su lógica y sus lindos teoremas -- es naturalmente la más confiable. La competencia con el victorioso es casi una causa perdida.

Pero, el victorioso no es tan victorioso. Las cuestiones fundamentales no han sido resueltas. ¿Cómo llegar a un nuevo pensar, sin los errores cometidos con el viejo pensar, por ambos los ganadores y los perdedores?

Ambos tienen sus errores y sus aciertos. Del análisis de esos podemos llegar a una nueva síntesis de conocimientos. Incluso en el campo institucional. ¡Y la historia de las matemáticas nos enseña que matemáticas e instituciones se han desarrollado -- en todas las culturas! -- en total simbiosis. Incluso con las instituciones políticas.

Recorro a un dicho de los incas para cerrar el curso:

"Deixe qualquer pessoa que furta comida ou roupa, prata ou ouro, ser examinada se ele furtou por necessidade ou pobreza, e se perceber que foi isso, não deixe que ele seja punido, mas faça com que seja punido aquele que governa, removendo-o de sua posição, pois ele não foi capaz de prover as necessidades daquele que furtou nem levou em consideração as prioridades dos necessitados, e procure satisfazer as necessidades de roupa, comida, terra e uma casa para o ladrão."

Peru,1594. (Birthright of man, ed. Jeanne Hersch, UNESCO/UNIPUB, New York, 1969; p.106).

Fue un gran placer haber tenido a usted en mis clases.



Las ideas fundamentales que sustentan el Programa Etnomatemática

En la naturaleza de las matemáticas y las metas de la educación

La naturaleza de la conducta matemática aún no se entiende claramente. Aunque en la Filosofía Clásica nosotros podemos notar una preocupación con la naturaleza de las matemáticas, sólo recientemente los adelantos de las ciencias cognitivas han sondeado la generación del conocimiento matemático. ¿Cómo se crea las matemáticas? ¿Cuán diferente es la creatividad matemática de otras formas de creatividad?

Desde el punto de vista histórico, hay una necesidad de una vista completa y estructurada del papel de las Matemáticas construyendo nuestra civilización. Para esto nosotros tenemos que mirar en la historia como en la geografía de la conducta humana y el hallazgo de nuevos caminos en la medida que nosotros avanzamos en la búsqueda. La historia es una vista global en el tiempo y el espacio. Es un desandar, sólo ver la historia como una narrativa cronológica de eventos, enfocado en los límites geográficos estrechos de unas civilizaciones que han tenido éxito en un palmo corto de tiempo. El curso de la historia de humanidad que no puede separarse de la historia natural del planeta revela una interdependencia en aumento que cruza el espacio y el tiempo, de culturas y civilizaciones y de generaciones.

La educación es una estrategia creada por las sociedades para promover la creatividad y la ciudadanía. Promover la creatividad implica ayudar a las personas a cumplir sus potencialidades y levantar al más alto nivel su capacidad. Promover la ciudadanía implica mostrarles sus derechos y responsabilidades en la sociedad.

Los sistemas educativos a lo largo de la historia y en cada civilización han estado enfocando dos problemas: transmitir valores del pasado y promover el futuro.

En otras palabras, la Educación apunta igualmente a lo nuevo (creatividad) y a lo viejo (valores sociales). No es la creatividad irresponsable – porque nosotros no queremos que nuestros estudiantes se hagan científicos ilustres que creen nuevos armamentos--ninguna reproducción dócil--porque nosotros no queremos que nuestros estudiantes acepten las reglas y códigos que violan la dignidad humana. Éste es nuestro desafío como educadores, particularmente como educadores de matemáticas.

Plan de estudios

La estrategia de los sistemas educativos para seguir estas metas es el currículo. O sea, es el plan de estudios normalmente organizado en tres líneas: objetivos, contenidos y métodos. Esta organización cartesiana implica estar aceptando los objetivos sociales de esos sistemas educativos e identificar contenidos que pueden entonces ayudar a alcanzar las metas y desarrollar métodos para transmitir estos contenidos.

Estar de acuerdo con esos objetivos se considera concordar con la dimensión política de esa educación. Pero muy raramente tiene contenidos de matemáticas y metodología examinados bajo esta dimensión. Generalmente se acepta que los contenidos y métodos en las matemáticas que no tienen nada que ver con la dimensión política de la educación.

Desde que la Matemática es la impresión del pensamiento Occidental, nuestra responsabilidad como matemáticos y educadores de matemática es saber cómo direccionar ese pensamiento.

Veo mi papel como Educador y mi disciplina, la Matemática, como instrumentos complementarios para cumplir estos compromisos. Para hacer buen uso de estos instrumentos, debo dominarlos, pero también necesito tener una vista crítica de sus potencialidades y del riesgo involucrado al emplearlos mal. Éste es mi compromiso profesional.

La Dimensión Política De La Matemática

Esta dimensión es tratar con los problemas y las políticas del gobierno, economía, relaciones entre las naciones y clases sociales, el bienestar de personas y la preservación de recursos naturales y culturales.

La posibilidad de extinción final de la civilización en la Tierra es real - no sólo a través de la guerra. Nosotros estamos dando testimonio de una crisis medioambiental, ruptura del sistema económico, corrosión (corrupción) institucional, que crea crisis sociales en casi todos los países y, sobre todo, la amenaza latente de la repetición de la guerra. Un guión similar a la ruptura del Imperio romano está ante nosotros, con el agravante que los medios de ruptura son, hoy día, prácticamente imposibles de controlar.

Está claro que la Matemática se integra bien con lo tecnológico e industrial, el ejército, los sistemas económicos y políticos, y esa matemática ha estado confiando en estos sistemas para las bases materiales de su progreso. Es importante cuestionar el papel de la Matemática y la Educación Matemática que está llegando a la conducta perversa de la humanidad.

Después de todo, el **problema más universal**--la supervivencia con dignidad--debe tener algo que ver con el **modo más universal de pensamiento**--la matemática.

Creo que encontrar la relación entre estas dos universalidades es un resultado ineludible de la demanda de la universalidad de la Matemática. Por consiguiente, como *matemáticos y educadores de matemática*, nosotros tenemos que reflejar sobre nuestro papel personal invirtiendo la situación intolerable del mundo.

Es difícil negar que la Matemática provee de un instrumento importante para el análisis social. La civilización occidental confía completamente en la dirección y el manejo de los datos. Los críticos sociales lo encontrarán difícil de defender sin una comprensión de la matemática básica. Pero, lamentablemente, el término "básico" se ha identificado abusivamente con la habilidad de una perforación acrítica.

Es un derecho innegable de cada ser humano para compartir todo el género cultural y natural necesitado para su supervivencia material y el perfeccionamiento intelectual. Esta es la razón de ser de la Declaración Universal de Derechos Humanos (1948) a la que cada nación se compromete a respetar. La línea educativa de esta profesión importante para la humanidad es la Declaración Mundial en Educación para Todos (1990) a la que se comprometieron 155 países. Hay muchas dificultades, por supuesto, para llevar a cabo toda la efectividad de las resoluciones de las Naciones Unidas y sus mecanismos. Pero como todavía, el mejor instrumento está disponible eso puede nos llevar a una civilización planetaria, con Paz y Dignidad para la humanidad entera. Lamentablemente, los Educadores de Matemática están generalmente poco familiarizados con estos documentos.

Es un deber ineludible cooperar con el respeto, la solidaridad de y, con todos los credos humanos que tienen los mismos derechos para la preservación de todos estos géneros. Este es el ser de la **ética de la diversidad**: el respeto para el otro (el diferente); la solidaridad con el otro; la cooperación con el otro. Esto lleva a la calidad de vida y la dignidad de la humanidad entera.

Bastante raro, como un pedazo en la Educación Matemática, muchos dirán. Pero si nosotros no aceptamos, muy claramente e inequívocamente, nuestros compromisos profesionales generales y globales subordinándolos a una ética global, como la ética propuesta de diversidad, es muy difícil de comprometernos en una reflexión más profunda de nuestro papel como Educadores de Matemática. Es imposible entender el proceso de exclusión de sectores grandes de la población del Mundo, ambos en el desarrollo y subdesarrollo de las naciones, sin una reflexión profunda del periodo colonial. No es el caso de poner el reproche en uno u otro, ni de intentar al retorno al pasado. Pero entender el pasado es un primer paso para pasar al futuro. Persistir en esos caminos anteriores y los estilos resulta irracional y pueden llevarnos al desastre. Quizá la amenaza real a la humanidad no está en los seres extraños que entran en OVNI, sino en los terrícolas nostálgicos de un orden de marchitamiento fijado en la falta de equidad, la arrogancia y el fanatismo. La Matemática tiene todo y mucho que ver con este pasado. Se necesita urgentemente un nuevo orden mundial. ¡Nuestras esperanzas para el futuro dependen de aprender--críticamente --las lecciones del pasado!

Etnomatemática y la Historia de la Matemática

El Programa Etnomatemática tiene la mirada en la historia y la epistemología con una visión más amplia. Con su acción pedagógica intrínseca, es un programa motivado por el compromiso para cumplir las responsabilidades mayores de un educador.

Esencialmente, ¿Cuáles son las metas principales del Programa Etnomatemática? Nosotros tenemos que ver en la historia, particularmente la Historia de la Ciencia y la Matemática, con nuevos lentes para comprender por qué la Etnomatemática es importante para la construcción de una civilización que rechaza falta de equidad, la arrogancia y el fanatismo.

En las grandes navegaciones desde el siglo XV y las formas mutuamente expuestas de conocimiento científico de ambientes culturales diferentes. Se han visto las varias etnociencias involucradas en los encuentros que obviamente incluyen la Ciencia europea como resultado para los grandes cambios.

Se necesita mucha investigación para entender las ciencias del encuentro. Esto necesita una nueva historiografía, desde los nombres y hechos en los que la historia actual de la ciencia cuentan en demasía, en la cual no ha habido una preocupación por el registro de estas culturas que han sido principalmente negadas, excluidas e igualadas en el proceso colonial. Una historia "de debajo de", que podría dar algunas luces en los modos de explicación y comprensión de la realidad en estas culturas, no ha sido común en la Historia de la Ciencia. La contestación a esta necesidad es la propuesta del Programa Etnociencia y, en particular, del Programa Etnomatemática.

¿Cómo conceptualizar etnociencia?

¿Y Etnomatemática?

Etnociencias son los cuerpos de conocimiento establecidos como sistemas de explicaciones y como maneras de hacer, que han sido acumulados a través de las generaciones en ambientes naturales y culturales distintos.

Esto no difiere de los conceptos actuales de Ciencia y Tecnología, salvo por el énfasis dado al reconocer la especificidad que resulta del ambiente natural y cultural.

Etnomatemáticas son estos cuerpos de conocimiento derivados de las prácticas cuantitativas y cualitativas, de cómo se cuenta, pesa y mide, compara, ordena y clasifica.

Los dos tienen, obviamente, una relación simbiótica.

El rechazo y exclusión de las culturas de la periferia, tan común en el proceso colonial, todavía prevalece en la sociedad moderna. Grandes sectores de la población no tienen acceso a una completa ciudadanía. Algunos no tienen acceso a las necesidades básicas para la supervivencia. Esta es la situación en la mayor parte del mundo e incluso ocurre en la mayoría de las naciones más desarrolladas y ricas.

Para construir una civilización que rechace la falta de equidad, la arrogancia y el fanatismo, **la educación** debe prestar atención especial a la redención de las culturas que han sido subordinadas durante mucho tiempo y deben dar prioridad al fortalecimiento de los sectores excluidos de sociedades.

La Etnomatemática contribuye a restaurar la dignidad cultural y ofrece las herramientas intelectuales para el ejercicio de la ciudadanía.

La Etnomatemática se reconoce como una práctica escolar válida que refuerza la creatividad, los esfuerzos, el mismo respeto cultural y ofrece una visión amplia de la humanidad con la tendencia creciente hacia el multiculturalismo o pluriculturalismo. En la vida cotidiana, la Etnomatemática se reconoce cada vez más como sistemas de conocimiento que ofrece la posibilidad de una relación más favorable y armoniosa en la conducta humana y entre los humanos y naturaleza.

El rechazo del conocimiento que afecta a las poblaciones es de la misma naturaleza como el rechazo del conocimiento a los individuos, particularmente los niños. Proponer direcciones para neutralizar las prácticas inculcadas es el desafío mayor de los educadores, particularmente de los Educadores en Matemática.

Sobre la Historia de la Matemática, hay necesidad de una historiografía más amplia. La historia de la Matemática apenas puede distinguirse de la larga historia de la conducta humana en contextos regionales definidos y puede reconocerse la dinámica de intercambios de la población. Esta es una manera de identificar el origen de exclusión de las poblaciones y las civilizaciones enteras a través del rechazo del conocimiento que permite la propuesta de medidas correctivas. Pareciendo en los cuerpos de conocimiento que se han integrado en la evolución del sincrética de la Matemática, la Etnomatemática permite un mejor entendimiento de la dinámica cultural bajo la que el conocimiento se genera. La historiografía propuesta puede verse como una transdisciplinaridad y transculturalidad que se acerca a la Historia de la Matemática.

Adelantos en Etnomatemática

La cantidad de material disponible en Etnomatemática ya es considerable.

Los muchos rostros académicos mundiales están desafiando con varias preguntas, como todavía lo inexplicado, sobre la generación, organización intelectual y social, y difusión del conocimiento. Estos pueden aproximarse con ventajas del punto de vista de la Etnomatemática, gracias a la riqueza de lo transcultural y a las metodologías de la transdisciplinaridad intrínseca a la Etnomatemática.

El Primer Congreso Internacional de Etnomatemática, que tuvo lugar en Granada España del 2 al 5 de septiembre de 1998, fue una buena oportunidad para intercambiar y enriquecer acciones teóricas muy diferentes y exponer prácticas de la Etnomatemática en el aula.

Desde los vascos a los maoríes, pasando por los africanos y las culturas americanas nativas, casos diversos que se presentaron propuestas epistemológicas de apoyo en el congreso. También se presentó los ambientes escolares, de la pre-escuela a la educación del adulto cubre sistemas educativos informales y "formales".

Las charlas fueron organizadas en tres lineamientos: teórico, incluyendo la historia y filosofía, culturas nativas y acción del aula. El juego de todos los trabajos ha sido presentado en el congreso en un CD ROM y está disponible a través de la Dra. María Luisa **Oliveras**, Departamento de Didáctica de las Matemáticas, Universidad de Granada.

Un Boletín bianual del Grupo Internacional de Estudios de Etnomatemática (ISGE_m), así como los compendios de todos los problemas, está disponible, en inglés y en español, y pueden ser pedidos al Dr. Patrick J. **Scott**, de la Universidad Estatal, Las Cruces, Nuevo México, NM.

Propuesta de una nueva concepción de plan de estudios

Mi propuesta ha sido una reorganización de planes de estudios escolares en tres lineamientos: la Literacia, Materacia y Tecnoracia.

Literacia. Leyendo claramente, vemos que hoy tiene un nuevo significado. Nosotros tenemos que leer lo que está escrito en una película o un programa de la TELEVISIÓN. ¡Es común escuchar, un concierto con una nueva lectura o interpretación de Chopin! También socialmente, el concepto de interpretación pasa por muchos cambios. Hoy día, "leyendo" también incluye la competencia de numeracia, interpretación de los gráficos, mesas y otras maneras de informar al individuo. Y también entender el idioma condensado de los códigos. Estas competencias tienen mucho más que ver con pantallas y botones que con lápiz y papel. No hay ninguna manera para revertir esta tendencia, igual que no hubo ninguna censura exitosa que prevenía a las personas para tener acceso a libros en los últimos 500 años. La información que tenemos a través de los nuevos medios de comunicación precede al uso del lápiz y papel, y la numeracia trata con calculadoras. Pero, si estamos tratando con números la parte de la numeracia moderna, ¿Dónde está yendo la matemática?

Materacia es la capacidad de extraer conclusiones del diseño de los datos, infiere, propone hipótesis y propone conclusión. Es un primer paso hacia una postura intelectual que está casi completamente ausente en nuestros sistemas escolares. Incluso conceder a ese problema soluciones, con planes y pueden verse proyectos en algunas aulas de matemática, donde la importancia principal se da a la numeracia, o la manipulación de números y mecanismos. La Materacia está más cerca de la Matemática de la manera como se presentaba en la Grecia clásica y en las culturas indígenas. La preocupación no estaba en contar y medir, pero en la adivinación y la filosofía. La Materacia es una reflexión más profunda sobre el hombre y la sociedad, no debe restringirse a la élite, que ha estado en el pasado.

Tecnoracia está críticamente familiarizada con la tecnología. Por supuesto, los aspectos operativos de ella son, en la mayoría de los casos, inaccesibles al individuo laico. Pero las ideas básicas detrás de los dispositivos tecnológicos, sus posibilidades y peligros, la moralidad que apoya el uso de tecnología, son preguntas esenciales que deben ser realizadas entre los niños en una edad muy temprana. La historia nos muestra que la ética y valores están íntimamente relacionadas al progreso tecnológico.

Las tres – **Literacia, Materacia y Tecnoracia** – constituyen conjuntamente lo que es esencial para la ciudadanía en esa rápida transformación mundial en una civilización planetaria.



Seção III

10 textos
em inglês



A reflection on Ethnomathematics: Why teach mathematics?

Ethnomathematics

In 1976, in the Third International Congress of Mathematics Education, which took place in Karlsruhe, Germany, I was in charge of the group dealing with "Objectives and Goals of Mathematics Education". The preparation of the papers was an interesting exercise. It took several steps: 1) to write a proposal for the paper, discussed by the entire group of organizers; 2) to elaborate the paper; 3) to send the paper to a number of mathematicians and mathematics educators all over the World, asking for comments; 4) to re-elaborate the paper, taking into account the comments received; 5) to conduct an open discussion of the paper to participants of the discussions of the group during ICME 3; 6) to write a final version of the paper, for publication in *New Trends in Mathematics Education IV*, by UNESCO.¹ The entire process took about two years.

I was particularly pleased with the outcome. The paper "Why teach mathematics? – Objectives and Goals of Mathematics Education" was the starting point to develop my ideas on the socio-cultural roots of mathematics education. The great opportunity to present my views came when I was invited to deliver the opening plenary lecture for the Fifth International Congress of Mathematics Education, in 1984, in Adelaide, Australia.

There has been much talking about the word ethnomathematics. I will elaborate on how I did start using this word and how it developed into the meaning I give to it.

I had not seen the word ethnomathematics in print before I first used it, but I would not be surprised if a search in the literature, mainly on Anthropology, may reveal earlier users of it. I recently learned from Claudia Zaslavsky that Otto Raum wrote, in a review of her book, published in *African Studies* (1976): "(This Mathematics) might perhaps be most suitably called ethno-maths on the analogy of ethno-music, ethno-semantics, etc." And Wilbur Mellerna, in a letter to Gloria Gilmer, published in the *NEWSLETTER* of the ISGEM (vol.6,n.1,November 1990), says that he had invented the word ethnomathematics in 1967 and that he gave a talk in 1971 using it.

¹ Ubiratan D'Ambrosio: Overall Goals and Objectives for Mathematics Education, *New Trends in Mathematics Education IV*, UNESCO-ICMI, Paris, 1979; Ch. IX, pp.180-198.

I was aware that the word ethnohistory had been introduced in the 1940s, as the history of non-literate people, and that in 1955, an International Society of Ethnomusicology was founded. Also, I knew the field of ethnopsychiatry, focusing on "exotic societies". When I lectured at the Linguistic Institute at SUNY at Buffalo, in the Summer of 1971, the word ethnolinguistics was current. Ethnopsychology, ethnobotany, ethnomedicine were also frequent to refer to the study of practices of different racial groups. And the sociologist Harold Garfinkel coined the word ethnomethodology, in 1967, to express his interest in how social interactions and practices are related.

My use of the word ethnomathematics has a history of its own. I see three moments in building-up my current views on ethnomathematics.

First moment

1976: Third International Congress of Mathematics Education/ICME 3, in Karlsruhe

In ICME 3, in Karlsruhe, in 1976, I proposed, in the section "Why Teach Mathematics", a broader view of why mathematics should be in school curricula. I proposed that this should include a discussion of the nature of mathematical knowledge, with special attention given History, Philosophy and cognition in the broad sense, not specifically dealing with the philosophy and the history of mathematics and the theories about learning mathematics. Why this? Because much of the history and philosophy of mathematics, as well as the mathematical cognition are redundant and biased. I see great advances in the History of Mathematics, in the sense that we have a much better grasp of why and how people have acquired mathematical notions and norms, and we are only at the beginning of this voyage of discovery. This is mainly because scientific explanations of how minds work have got incredibly better in the last few decades.

Thus, much to the maze of my colleagues, I proposed an unusual bibliography, including Nietzsche, Spengler, Mead and other authors apparently unrelated to the theme. I also insisted on the fact that there are other ways of doing mathematics, proper to different cultures. And I found the reference to the now classic book by Claudia Zaslavsky, *Africa Counts*, very important to my paper.

The expanded version of the paper became the first of a set of small books which, together, represent my basic thinking about Science and Mathematics Education. The first one was a booklet, produced in the university, and widely distributed: *Overall Goals and Objectives for Mathematical Education*, UNICAMP, Campinas, 1976.

In the early 80's, these ideas developed into a more ambitious research program, going beyond Science and Mathematics Education. My overall motif is to understand the human condition, based on the triad individual $\Leftrightarrow$ other(s) $\Leftrightarrow$ reality, and the struggle of humans for

survival and transcendence. These ideas emerged as a result of my reflections about Science and Mathematics and Education. If we look for a transcultural perception of the nature and the history of mathematical knowledge, we need to adopt a transdisciplinary view. Transcultural and transdisciplinary knowledge characterizes my approach to knowledge. But let me return to the early moments of my involvement with ethnomathematics.

In the Congress of Karlsruhe, it did not occur to me that ethnomathematics would be a good name for the mathematics of other cultural environments. I was familiar with ethnobotany, ethnomusicology, ethnopsychiatry, and other ethno-knowledges. It is easy to understand why the prefix "ethno" did not come to my mind in the first stages of my reflections about this. The work of botanists, musicians, psychiatrists and others are mainly an ethnographical approach. No doubt, this is important also in mathematics. We have to learn the mathematics of other cultural environments. Indeed, this has been very interesting and helpful in classrooms. But it can easily get into a folkloristic view of how other cultures do their counting, measuring, etc. with a total lack of respect for the complexity of their cultural specificity. I still see the reliance on curiosities and anecdotes on how other cultures deal with numbers and figures as an equivocated way of doing ethnomathematics. Unless properly situated in an ample cultural scenario, this approach to ethnomathematics is prone to reinforce eurocentrism.

Much of the motivation behind the views expressed in the Karlsruhe paper derived from three major experiences: my work with minorities while graduate chairman of the Department of Mathematics at State University of New York/SUNY, at Buffalo, from 1968 through 1971; my work in Mali, West Africa, in the doctoral program at the Centre Pédagogique Supérieur de Bamako, sponsored by UNESCO, from 1970 through 1978; and by coordinating the interdisciplinary Multinational Master's Degree Program of Science and Mathematics Education, at the Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP, sponsored by the Organization of the American States and the Brazilian Ministry of Education, covering all the countries of Latin America, from 1975 through 1982.

The three projects gave me an unique opportunity of involvement with socio-cultural environments, respectively in the Afro-American community in the USA, in Africa, and in Latin America and the Caribbean. I was strongly motivated to understand how knowledge, particularly mathematical knowledge, was generated, intellectually and socially organized, and diffused in these different socio-cultural environments. Thus grew a research program, basically interdisciplinary, relying mainly on studies of the mind and cognition, anthropology, linguistics, history, epistemology, politics, education. In the late-seventies I began to refer to ethnomathematics as the underlying framework behind architecture, calendrical systems, measurement, particularly weighing, in the traditional cultures of sub-Saharan Africa, and in the Andean and the Amazonian native populations.

My interest was — and continues to be — to understand two basic points: 1. the nature of knowledge, in particular of mathematical knowledge, in different cultures; 2. the reasons why a relatively small periphery of the Eurasian continent, which sprang out of Mediterranean civilizations, became a dominant force in the entire planet.²

These questions were essential in designing my 1976 paper and I relied on the recognition that mathematics is part of broad cultural contexts, having everything to do with religion, the arts, economics, politics and the organization of societies. At that time, I had not yet fully formulated the research program focused on the generation, the intellectual and social organization, and the diffusion of knowledge, which became the backbone of the Ethnomathematics Program.

Second moment

1978: AAAS, in Washington DC; Mathematics and Development, in Khartoum; International Congress of Mathematicians/ICM 78, in Helsinki

In February 1978, during the Annual Meeting of the American Association for the Advancement of Science, Rayna Green organized a section on "Native American Science". In my paper, which was never published, I used the words ethnosciences and ethnomathematics to designate scientific and the mathematical knowledge and practice of the native American cultures. These words were mainly focusing extant practices of peoples marginalized by the colonial process.

I was driving into questioning the reasons for investing human and material resources in mathematics research in poor countries. Can we conciliate urgent social needs with the cost of research in mathematics? This is a question which needs a broader look into the history of mathematics. Somewhat motivated by this question, UNESCO organized, in February 1978, a meeting in Khartoum entitled "Developing Mathematics in Third World Countries", to some extent exploring the ideas behind the Project of the Centre Pédagogique Supérieur of Bamako. The Proceedings, published as a book, pointed to the importance of choosing appropriate lines of research which should call for the concentrated efforts with focus on development.³ These were my earlier incursions in the social and political dimensions of research mathematics.

This was a fruitful year for the development of ethnomathematics. Bernhelm Booss and Mogens Niss organized a meeting on "Mathematics and the Real World", in the new Roskilde

² This is a major theme of macrohistory. See Gale Stokes: The Fates of Human Societies: A Review of Recent Macrohistories, *The American Historical Review*, v.106, n.2, April 2001; pp.508-525.

³ Mohamed El-Tom, ed.: *Developing Mathematics in Third World Countries*, Mathematics Studies 33, North-Holland Pub.Co., Amsterdam, 1979.

University, in Denmark, which was soon after followed by a memorable satellite conference on "Mathematics and Society", preceding the International Congress of Mathematicians/ICM 78, in Helsinki. Many requests to the IPC of the congress to include this conference as part of the program met with an incredulous reaction. The argument was, as expected, that this theme had nothing to do with mathematics as such. But the concession of a space for the satellite conference and the large number of attendants were big achievements. This was important in drawing the interest of the mathematical establishment to broader societal issues.

All these events contributed to building-up my views on the nature of mathematical knowledge. Why did our species developed such a thing as mathematics? And how does mathematics evolve?

My interest in the history of the evolution of academic mathematics in Europe led into examining the cultural dynamics in the development of Mediterranean civilizations and in the expansion of Christianity. Particularly interesting is the role of paganism in this process.

In the visits to Denmark and Finland, I got very much impressed by the Pagan cultures of Scandinavia. The Vikings, with their ship-building, their navigation instruments and their symbols were, and still are, intriguing. I was impressed by the long length of the days and by the fact that in the Northern part of the region, which I visited later, the days lasted six months!

How is the cosmovision of these cultures? Considering that space and time, as tied together in the cosmic scenario, had such an important role in the development of mathematical ideas, how could these people make sense of their own experiences and of the cultural interactions during the almost thousand years of conquest of Southern Europe? The conqueror absorbed much of the culture of the conquered. This was a dual situation of what I had seen in the cultural dynamics which occurred in the Americas and in Africa during the conquest and colonial era.

The crux is to understand how individuals and cultural groups respond to the drives for survival [proper of every living structure] and transcendence [specific of human beings], which are intrinsic of human nature. The response to these drives are ways, styles and techniques of doing, and the search of explanations, understanding and learning. Systems of knowledge are the complexes of the responses to the drives for survival and transcendence. Each culture has its own response to these drives.

While in Finland, it was a good exercise to ask how would the Finns express their ways of satisfying their needs of explaining, understanding, learning, intrinsic to the human drives toward survival and transcendence. I like to play with dictionaries. After all, as the

philosopher Humberto Maturana says, language organizes, synthesizes and relates our behavior. When going to different countries, I usually buy a small dictionary and use much of my leisure time in browsing through it. How would the Finns refer to the cultural bases of their techniques of explaining? A world that Finns might use is *alusta-sivistyksellinen-tapas-selitys*! Or, making it a little less frightening, *alustapasivistykselitys*. Free time in congresses are always very stimulating for fantasizing! This was the fantasy of someone that likes to play with dictionaries, with an underlying curiosity of how different people of different traditions respond to the basic impulse of explaining facts and phenomena.

I realized that the abusive fantasy of playing with the Finnish language would be less shocking if I were playing with Greek roots. Why not *ethno-techné-mathemata* or, as it would sound much better, *ethno-mathema-tics*.

Each culture developed its own ways, styles and techniques of doing, and responses to the search of explanations, understanding and learning. These are the systems of knowledge. All these systems use inference, quantification, comparison, classification, representation, measuring. Of course, Western mathematics is such a system of knowledge, as a broad view of its history shows. But other cultures developed, also, other systems of knowledge with the same aims. That is, other "mathematics", using different ways of inferring, quantifying, comparing, classifying, representing, measuring. All these systems of knowledge might well be called ethnomathematics. They are "mathematics" of different natural and cultural environments, all motivated by the drives for survival and transcendence. Mathematics, basically, respond both to "How" and "Why".

I had already used ethnomathematics in the narrower sense of representing real facts, counting, measuring, classifying, comparing, inferring, etc. in different cultural environments. But to understand the nature of ethnomathematics was still a challenge for me.

The breadth of my research program can not be appreciated unless we move beyond Mathematics and its Education. Indeed, I believe that much of the troubles and the declining presence of mathematics in educational systems all over the world, are the result of looking into Mathematics Education as a limited area of research. It is not merely a technical problem, dealt with improving teacher training, curricula and methodologies. The problem with mathematics education is with mathematics and the essence of its relation to human and social behavior.

I began to look to the history of Western Mathematics in the broader sense of responses to the needs of survival and transcendence, mainly the practical and mystic motivations in its development. I considered exploring the idea of systems of knowledge which respond to the drives for survival and transcendence the right track to be followed. It was clear to me,

examining several different cultures, that the word ethno-mathematics, the result of an etymological playing, carried in it the synthesis of my research program: the generation, intellectual and social organization, and diffusion of knowledge.

Third moment

1984: Fifth International Congress of Mathematics Education/ICME 5, in Adelaide

This great opportunity to put together these views and present my ideas to the community of mathematics educators came with the invitation to deliver the opening plenary lecture in ICME 5, in Adelaide, Australia. In the lecture I showed many mathematical practices [ethnomathematics] from different cultures to back some theoretical reflections on how mathematical knowledge is generated, organized and diffused. This was an early version of the theoretical framework for ethnomathematics. These ideas and further developments were published in a series of five small books: *Socio-cultural bases for Mathematics education*, UNICAMP, Campinas, 1985; *Da Realidade à Ação. Reflexões sobre Educação (e) Matemática*, Summus Editorial, São Paulo, 1986; *ETNOMATEMÁTICA. A Arte ou Técnica de Explicar e Conhecer*, Editora Ática, São Paulo, 1990 [translated as: *ETHNOMATHEMATICS: The Art or Technique of Explaining and Knowing*, transl. by Patrick B. Scott, ISGEm/NMSU, Las Cruces, 1998]; *Several Dimensions of Science Education. A Latin American Perspective*, CIDE/REDUC, Santiago, 1991. Together, they represent theory and practice of ethnomathematics.

Fourth moment

1976: Pugwash Conference, in Mexico City. and Venice (1986)

In 1979, I was surprised by an invitation to attend the 29th Annual Pugwash Conference on Science and World Affairs, in Mexico City. The organization, founded in 1955, by Albert Einstein, Bertrand Russell and several other nobelists, is mainly concerned with the responsibility of scientists with the implications of scientific and technological development for the human condition. The priority is Peace and Disarmament. Soon, it became clear to me that knowledge systems, particularly mathematical knowledge, and political structure and war, are closely related.⁴

Fifth moment

1986: UNESCO Symposium on Science and the Boundaries of Knowledge, in Venice

⁴ A synthesis is given in Ubiratan D'Ambrosio: Mathematics and Peace: A Reflection on the Basis of Western Civilization, *LEONARDO*, vol.34,nº4, 2001; pp.327-332.

My interest in the nature, in the history and in the implications, or the use, of scientific, in particular mathematical knowledge, became part of a single concern. This requires to look into the cognitive sciences, anthropology, history, sociology, politics and, naturally, education, in an integrated way. These ideas were put together when the idea of transdisciplinarity took form, after an important meeting organized by UNESCO in Venice, in 1986, as part of its Forum on Science and Culture. The Symposium was a challenge to C.P. Snow's concept of two cultures. Scientists got together with philosophers and artists. The participants came from different parts of the World and distinct traditions. Much of these views are in a book which I published in 1997.⁵

Ethnomathematics as a Research Program

The research program which I call Ethnomathematics goes much beyond mathematical knowledge. It is a culmination of different lines of thought, built up in the five moments of my academic life briefly sketched above. The program asks for understanding and explaining the generation, intellectual and social organization, and diffusion of knowledge. I understand knowledge in the broad sense of the ways human beings deal, in their specific cultural and natural environment, with their basic needs of survival and transcendence.

This very general and ambitious program has many subsidiary programs. One of the many subsidiary research programs refers to mathematical knowledge. Thus, ethnomathematics emerged as a research program on the History and Epistemology of Mathematics with Pedagogical Implications.⁶

The pedagogical implications result from a broad understanding of diffusion of knowledge, which is key for education. While the cycle of knowledge must be understood in its integrality, education has been, in every moment of history, regarded with strong emphases in the transmission of knowledge. Education has been conducted following strategies, which is called curriculum. History of education reveals that the curriculum, since the Roman trivium, is subordinated to the prevailing model and goals of society. The current curriculum, which continues to give priority for reading, writing and calculations, is insufficient both for the production models and for increasing demand for a new socio-political model, which rejects inequity, arrogance and bigotry. In the present, we are witnessing un-precedent possibilities in the technologies of information and communication. The curriculum must emphasize the acquisition of the instruments which allow for a dignified and productive life,

⁵ Ubiratan D'Ambrosio: *Transdisciplinaridade*, Editora Palas Athena, São Paulo, 1997.

⁶ Ubiratan D'Ambrosio: Ethnomathematics: A Research Program on the History and Epistemology of Mathematics, with Pedagogical Implications. *Notices of the American Mathematical Society*, December 1992, vol. 39, n°10; pp. 1183-1185.

which are the instruments to communicate, to analyze situations and to use, adequately, the technology available, instead of the pure transmission of information and abilities.⁷

Another subsidiary research program refers, specifically, to the cultural dynamics of knowledge transfer, particularly of mathematical knowledge. This affects particularly the History of Mathematics of countries that were parts of the colonial process.⁸ In other words, it leads to the study of the cultural dynamics of colonialism. My views are synthesized in what I call the "basin metaphor".⁹ This view of history reveals how mathematics was used as an instrument of the conqueror and the colonizer. Indeed, mathematics is the most important instrument of those in power. Politics is essential in discussions of education and the political dimension of the Program Ethnomathematics is one of its most intense components.

Independence did not redeem the effects of the colonial era. About 80% of the human population, living both in the so-called developed and undeveloped countries, live in poverty, in fear and in undignified moral and material conditions. Of course, Mathematics is not responsible for this. But mathematics is the instrument responsible for the *status quo*: economic mal-distribution, irresponsible production. At the same time, there is agreement that mathematics is the instrument which is needed to revert this situation.¹⁰

The challenge

How to incorporate ethics in mathematical practice, both in teaching and research?

⁷ This is discussed in the paper Ubiratan D'Ambrosio: Literacy, Matheracy, and Technoracy: A Trivium for Today, *Mathematical Thinking and Learning*, 1(2), 1999; pp.131-153.

⁸ Ubiratan D'Ambrosio: Ethnoscience and Ethnomathematics: The Evolution of Modes of Thought in the Last Five Hundred Years, *Studies in History of Mathematics Dedicated to A.P. Youschkevitch*, ed. By eberhard Knobloch, Jean Mawhin and Serguei S. Demidov, Brepols Publishers n.v., Turnhout, Belgium, 2002; pp.59-71.

⁹ Ubiratan D'Ambrosio: Ethnomathematics, History of Mathematics and the Basin Metaphor *Histoire et Epistemologie dans l'Education Mathématique/History and Espistemology in Mathematics Education* (Actes de la Première Université d'Eté Européenne, Montpellier, 19-23 juillet 1993), eds. F. Lalande, F. Jaboeuf, Y. Nouaze, IREM, Montpellier, 1995; pp. 571-580.

¹⁰ Ubiratan D'Ambrosio: Mathematics and peace: Our responsibilities, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik/ZDM*, Jahrgang 30, Juni 1998, Heft 3; pp.67-73.



Why Ethnomathematics? or What is Ethnomathematics and how can it help children in schools?

It is so common that teachers and the public in general say that mathematics is a cultural endeavor. Indeed, mathematics is part of culture and it is linked to the history of peoples and communities all over the World. Although mathematics has been developed as an academic discipline and it is incorporated in the school programs, it is a very well known fact that mathematics, in everyday life, relate to routine practices and to professions. We have much research to show that even people without schooling deal with numbers and with measurements in their daily life. In many cases, these ways of doing mathematics are not accepted by teachers, since they follow different paths of reasoning. Indeed, these different paths of reasoning reflect cultural roots.

Cultural roots may be understood in different ways. These may be traced back to ethnic background, learnt from parents, grandparents, great-grandparents and thus going back to ancestors. with some characteristics that are related to their everyday practices and to their professions. all over the World. But we may ask in which ways mathematics taught in our schools fits into the history of the people. We see that practically all mathematics in the curriculum can be traced back to Mediterranean traditions and spread throughout the World after the Colonial era. We may ask: in the period of the great navigations, what kind of mathematics was present in the lands conquered by the Europeans? Much of this mathematics was developed from Antiquity and throughout the Middle Ages and the Renaissance. It has been organized as a school subject since the nineteenth century and well into the twentieth century. But since the sixties we see a growing interest in multicultural education and this affects particularly mathematics.

A question frequently asked by teachers is how to include mathematics in the multicultural trend. A proposal is to bring ethnomathematics into the school practice.

Why ethnomathematics? What is ethnomathematics and how can it help children in schools?

The idea of ethnomathematics came as a broader view on how mathematics relates to the real world. Mathematics is an intellectual instrument created by the human species to describe the real world and to help in solving the problems posed in everyday life.

Like every living individual, humans look for survival. But differently than any other species, humans look also for explanations of facts and phenomena, which can be seen and felt, and thus develop new manners of getting from nature what is needed for survival and pleasure. How this differ from other species? There are many answers, which include the capability of humans developing language, tools, art, music, humor and mathematics.

Indeed, the human species is unique among all the animal species to create agriculture, it is the only one to develop a sense of past and future, that is, to measure time, and the only species that developed language. From prehistoric ages humans have been accumulating knowledge to respond to these drives and needs. Of course, the responses vary from region to region, from culture to culture. It is clear that people living in tropical forests have developed different ways of measuring the lands than those living in a prairie, thus they have different geo [land] - metries[measurement].

Those living near the Equator perceive days and nights elapsing in the same way during the all year, while those living above the tropics recognize how the seasons affect the duration of days and nights. Thus calendrical systems, and consequently means of production and its control and distribution, of organizing labor, and many other practices which occur in daily life, have been developed, since immemorial times, in different ways, related to the natural environment. This builds up into arithmetic, which is different from culture to culture.

In the sixteenth century, European nations, beginning with Portugal and Spain and soon followed by Holland, England and France, conquered practically the entire planet and established colonies all over the World. With the colonial regime the ways and means of production and of commerce were aligned into the European model. Together with this came the mathematics which was developed in the European nations. The ways and means of production and commerce of the conquered people were in most cases ignored, in some cases forbidden. Together with this, traditional ways of doing mathematics, as well as language, religion, medicine and so many other cultural expressions were also ignored, in many cases forbidden. Cultural expressions are the essence of cultural dignity.

The end of the colonial era marked the renaissance of cultures that for centuries have been ignored, in many cases forbidden. As a consequence, we have seen in recent years an explosion of new forms of art, of health care, of religions and of costumes in general. Even languages that have forgotten, sometimes forbidden, are now heard and written.

It is natural to ask: what about Mathematics?

We know that the basic ways of doing mathematics is the result of measuring, counting, comparing, classifying, inferring, and that all this is related to the natural and cultural environment. Although the traditional ways of performing these actions have been ignored,

and in many cases forbidden, for centuries, we now see that they have survived. Of course, they went through an evolutionary process as a result of the encounter with other ways of doing. These ways of doing mathematics in specific natural and cultural environments are called Ethnomathematics.

Ethnomathematics is seen in communities and is easily recognized in every day practices, and is particularly noticeable among artisans.

Then we ask: Why to bring this to school practice? Some critics say this is useless, this is more like playing, and there no reason to incorporate these practices in the academic curriculum. It may be true that in looking for jobs, students will be required to know traditional school mathematics. But there is much more in educational goals than merely provide utilitarian instruments. Education must enhance cultural dignity.

To reaffirm and in some cases to restore cultural dignity of children is an important component of mathematics education. Much of the contents of current programs are supported by a tradition alien to the children. On the other hand, children are living in a civilization dominated by mathematically based technology and by unprecedented means of communication.

It is equally important to recognize that improving the opportunities for employment is a real expectation that students and parents have of school. But preparation for the job market is indeed preparation for the capability of dealing with new challenges. There is no point in preparing children for jobs that will probably be extinct when they reach adulthood. To meet the challenges of the new self-esteem is essential. Self-esteem goes together with cultural dignity.

Both to acquire cultural dignity and to be prepared for full participation in society requires more than what is offered in traditional curricula. Particularly grave is the situation of mathematics, which is largely obsolete as present in the programs. Classroom mathematics has practically nothing to do with the world the children are experiencing. The same as literacy nowadays mean much more than reading and writing, mathematics is much more than counting, measuring, sorting, comparing.

I am particularly concerned with the fact that efforts to do better in mathematics education are sometimes interpreted as a reduction of the importance of mathematical contents.

I believe this is a grossly mistaken interpretation. We need more and better mathematical contents, but this does not mean the traditional contents which exhaust current programs. The big mistake is to consider math contents as something final, subordinated to criteria of rigor which are also considered final.

Compromising rigor, in benefit of generating interest and motivation, can not be interpreted as conceptual errors or a relaxation of the importance of serious mathematical contents of a modern nature.

Examples are the use of calculators [in lieu of drill with operations], geometric ratios [not formal operations with fractions] and the resource of paper folding for the teaching of geometry.

Multiplication tables may be important not because of the values associated with two numbers, but rather if one recognizes that the product of two one-digit numbers may result in a two-digit product. In modern terms, when pressing one key times one key you get two digits as a result in the screen. Because our calculators represent the highest level of realizing the positional system.

An exercise for children: with a 8-place calculator, when you press 2 then x then 50000000 an E appears in the screen, pressing 2, x, and 49999999, we read 99999998 in the screen. Why?

But let me focus on how Ethnomathematics can be a strategy to achieve these broader goals of education in the 21st Century.

There has been an overly simplified view of Ethnomathematics. We have to place our discussions on the nature of Ethnomathematics in a broader reflexion on the nature of knowledge. I see knowledge as something generated and intellectually organized by the individual in response to the social, cultural and natural environment and, after being shared through communication, socially organized, thus becoming something that is part of a community [culture] and essential for dealing, recognizing, explaining facts and phenomena. Observers, chroniclers, theoreticians, sages, academics, professionals, POWER "detainers" expropriate this knowledge, classify and label them, and then transmit and diffuse them. Thus we have structured forms of knowledge: language, religion, culinary, medicine, dressings, values, SCIENCE, MATHEMATICS, all interrelated and responding to the way reality is perceived in that social, cultural and natural environment.

Cultural dynamics increasingly plays a role in "broadening" perceived reality, and as a consequence modify the responses. So, language, religion, culinary, medicine, dressings, values, SCIENCE, MATHEMATICS are always changing.

I use the word "ethno" as a form of recognizing the dynamics of different forms of knowledge, in which there is no freezing processes.

There are different ethnomathematicsES (plural), each one responding to a different cultural, natural, social environment.

When ethnomathematicians say "more than one mathematics" they are recognizing different responses to different natural, social, cultural environments. As more than one religion, more than one systems of values, there may be more than one way of explaining, understanding, coping with reality.

I see the possibility of building up a new civilization, in which inequity, bigotry, intolerance, hatred, discrimination, have no place, as the result of unfreezing the forms of knowledge [that is, removing fundamentalisms] and allowing cultural dynamics to play its role in the evolution of the species.



Ethnomathematics: my personal view

It is important to clarify, from this very beginning, about my career and how I arrived to Mathematics Education. I was born in 1932. In 1949 I was already giving private tutoring classes for people preparing to enter public service (mainly tutoring Financial Mathematics). I graduated 1954, with a major in Mathematics (Pure) and taught, for some years, in high-schools. In 1958 I was hired as a full time instructor and graduate student at the University of São Paulo (USP) and received my Doctorate in 1963, with a thesis on Calculus of Variations and Measure Theory (very pure!). In 1964, I went to the USA as a Research Associate at Brown on a year leave, but due to the political events in Brazil, I stayed there and became a tenured faculty at the State University of New York at Buffalo. My first PhD student wrote his thesis on Stability of Differential Equations. During this time, my interest in Education was occasional and minimal. In 1972, I returned to Brazil and became the Director of the Institute of Mathematics, Statistics and Computer Science of the State University of Campinas (UNICAMP), which grew as a major research institution. My first Brazilian doctoral student in Campinas wrote a thesis on Measure Theory and Minimal Surfaces. From this period I realized that Mathematics Education was priority for Brazil, mainly motivated by the cultural and social barriers which were so responsible for failing and dropping out of children coming from marginalized groups. They could not compete with children coming from families with some scholarship. At the same time, I developed an interest in History of Mathematics and on broad (transcultural and transdisciplinary) theories of knowledge. This is my background.

My current concerns about research and practice in math education fit into my broad interest in the human condition as related to the history of natural evolution (from the Cosmos to the future of the human species) and to the history of ideas. Particularly, the history of explanations of the creation and the natural evolution.

In the last years (surely much before the last five), my motivation has been the pursuit of peace (in all four dimensions: individual, social, environmental and military). I attribute the violations of peace, in all these four dimensions, to the mistaken course of the Western civilization. I try to understand the founding myths of Western civilization, and this links to my research on the history of monotheistic religions (Judaism, Christianity, Islamism), of techniques, of arts and how mathematics permeates all this. A great support is gained by looking into non-Western civilizations. I base my research on established forms of knowledge (communications, languages, religions, arts, techniques, sciences, mathematics) and in a theory of knowledge and behaviour which I call the "cycle of knowledge". This theoretical approach recognizes the cultural dynamics of the encounters, based on what I call the "basin

metaphor". All this links to the historical and epistemological dimensions of the Program Ethnomathematics, which can bring new light into our understanding of how mathematical ideas are generated and how they evolved through the history of mankind. It is fundamental to recognize the contributions of other cultures and the importance of the dynamics of cultural encounters. Culture is understood in its widest form, and includes art, history, languages, literature, medicine, music, philosophy, religion and science. Research in ethnomathematics is necessarily transcultural and transdisciplinary. The encounters are examined in its widest form, to permit exploration of more indirect interactions and influences, and to permit examination of subjects on a comparative basis. Although academic mathematics developed in the Mediterranean basin, expanded to Northern Europe and later to other parts of the World, it is difficult to deny that the codes and techniques to express and communicate the reflections on space, time, classifying, comparing, which are proper to the human species, are contextual. Among these codes are measuring, quantifying, inferring and the emergence of abstract thinking.

At this moment, it is important to clarify that my view of ethnomathematics should not be confused with ethnic-mathematics, as it is understood by many. This is the reason why I insist in using Program Ethnomathematics. This program tries to explain mathematics, as it tries to explain religion, culinary, dressing, football and several other practical and abstract manifestations of the human species. Of course, the Program Ethnomathematics was initially inspired by recognizing ideas and ways of doing that reminds us of Western mathematics. What we call mathematics in the academia is a Western construct. Although dealing with space, time, classifying, comparing, which are proper to the human species, the codes and techniques to express and communicate the reflections on these behaviors is undeniably contextual. I got an insight into this general approach while visiting other cultural environments, during my work in Africa, in practically all the countries of continental America and the Caribbean, and in some European environments. Later, I tried to understand the situation in Asia and Oceania, although with no field work. Thus came my approach to Cultural Anthropology (curiously, my first book on Ethnomathematics was placed by the publishers in a collection of Anthropology).

To express these ideas, which I call a research program (maybe inspired by Lakatos?), I created a neologism, ethno-mathema-tics. This caused much criticism, because it does not reflect the etymology of "mathematics". Indeed, the mathema root in the word ethnomathematics has little to do with "mathematics" (which is a neologism introduced in the XIV century). The idea of organizing these reflections occurred to me while attending ICM 78, in Helsinki. I played with Finnish dictionaries and was tempted to write *alustapasivistykselitys* for the research program. Bizarre! I believed Ethnomathematics would be more palatable.

I understand that there are immediate questions facing World societies and education, particularly mathematics education. As a mathematics educator, I address these questions, thus my links to the study of curriculum, and my proposal for a modern trivium: literacy, matheracy and technoracy. This is one of main lines of work in mathematics education.

The pursuit of Peace (in all four dimensions mentioned above), is an urgent need. This explains my works in Mathematics and Peace, Mathematics and Ethics, Mathematics and Citizenship. This is the theme of several lectures and courses for in-service teachers. I have published studies on curriculum and oriented several doctoral theses with this focus.

These two lines of my current work in mathematics education link, naturally, to the pedagogical and social dimensions of the Program Ethnomathematics.

It is important to insist that the Program Ethnomathematics is not ethnic mathematics, as some commentators interpret it. Of course, I work with different cultural environments and work, as an ethnographer, trying to describe mathematical ideas and practices of other cultures. This is a style of doing ethnomathematics, which is absolutely necessary. But these cultural environments include indigenous populations, labour and artisan groups, periphery communities in urban environment, farms, professional groups. They develop their own practices, have specific jargons and theorize on their ideas. This is an important element for the development of the Program Ethnomathematics, as important as the cycle of knowledge and the recognition of the cultural encounters.

More recently, I have worked with the preparation of teachers for indigenous communities in the State of São Paulo. Altogether, there are about 100 small tribes (some with different languages), totalising about only 8,000 individuals. We are now starting a project on the ethnomathematics of the "quilombolas", which are small communities originated from slaves who fled in the XVII and XVIII centuries, and established themselves as small republics in the hinterland of Brazil. The research resulting from all these projects feeds the Program Ethnomathematics.

Besides these more immediate concerns, there are long term concerns. Of course, they are related. Thus my links with Future Studies. I have been active, publishing and lecturing, on history and philosophy focusing future.

I see the special role of technology in the human species and the implications of this for science and mathematics. Thus I focus history of science (and, of course, of mathematics) trying to understand the role of technology as a consequence of science, but also as an essential element for furthering scientific ideas and theories. Basically, I guide much of my investigation on three basic questions:

How are *ad hoc* practices and solution of problems developed into methods?

How are methods developed into theories?

How are theories developed into scientific invention?

Once recognized the role of technology in the development of mathematics, reflections about the future of mathematics propose important questions about the role of technology in mathematics education. Hence, my line of work in distance education.

Reflections about the presence of technology in modern civilization leads, naturally, to question about the future of our species. My growing interest in the emerging fields of Primatology and Artificial Intelligence, lead to a reflection about the future of the human species. Cybernetics and human consciousness lead, naturally, to reflections about fyborgs (a kind of "new" species, i.e., humans with enormous inbuilt technological dependence). Our children will be fyborgs when, around 2025, they become decision makers and take charge of all societal affairs. Educating these future fyborgs calls, necessarily, for much broader concepts of learning and teaching. The role of mathematics in the future is undeniable. But what kind of mathematics? Once again, I look for explanations in history.

To understand how, historically, societies absorb innovation, is greatly aided by my involvement with world fiction literature (from iconography to written fiction, music and cinema). I feel it is important to understand the way material and intellectual innovation permeates the thinking and the myths, and the ways of knowing and doing of non-initiated people. In a sense, how new ideas vulgarise, understanding vulgarise as making abstruse theories and artifacts easier to understand in a popular way. This places me on the side of "post-modernists" in the current science wars.

Although this is a difficult position to defend in academics, particularly as a math educator and historian, this summarizes my involvement with current philosophy.

How communities deal with space and time, mainly the sacralization of chronology and topology in history, is central in my thinking. A recent doctoral student of mine worked on concepts of space and time in a modern popular urbanization in the Amazon basin. Another doctoral student deals on how the concept of space permeates the medieval emergence of non-euclidean geometry. And another student looks into modern art and mathematics.

I am now working on a paper dealing with the relations of ethnomathematics, ethnomethodology and phenomenology. I look into their evolution and try to identify a common underlying philosophical framework, through a transcultural and transdisciplinary lecture.

Let me comment, now, how does these ideas relate to mathematics education, particularly in Brazil, where the situation does not differ much of many other countries which have an

intense population dynamics, as for example the USA. These are countries where much progress is noticed. Never in Brazil the publishing houses flourished so much, and never the industrial and agricultural production was so intense. This contradicts official assertion, based on the results of tests and national exams, that the school system is a great failure. According to official sources, Brazil is in a terrible shape in reading, writing and mathematics. Any system, with such results, would have been declared irremediably bankrupt.

I am much worried with the cultural dynamics of the encounter of generations (parents and teachers and youth). This encounter is dominated by mistrust and cooptation, reflected in testing and evaluation practices, which dominate our civilization. In mathematics education, this is particularly disastrous. Paradoxically, the voices of individual math educators are against this, but the practice of the totality insists in sameness. The result is teaching mathematics in an uninteresting, obsolete and useless way.

Resources to testing is the main argument to justify current math curricula. The claims of importance of current math curricula are fragile. Myths surround these claims. These have been, since the 60s, my main motivation for my thoughts about math education. In the last years, this has been intensified by my analysis of results of testing in Brazil and elsewhere in the World.

I try to understand children and youth behaviour and their expectations. History gives us hints on how periods of great changes affect the relations between generations. Most interesting is the analysis of movements after WWII and Viet Nam War.

Synthesizing, there is more concern with mathematics than with our children. In general, education is dominated by a kind of "corporatist" expectations for the future [this is why education leads to the reemergence of fundamentalism and fascism] and, regrettably, mathematics and mathematics education have everything to do with this. Test may be the best instruments to allow this.

I believe that the work done by me and by my colleagues had, or is going to have even more, an actual impact on the practice of mathematics education. The research done by all of us, have a high academic level, leading to different approaches to math education and touch important social issues. But it is a slow process, with many reactions.

I learned from a colleague Science Educator in the early 70s, that changes in education occur by "stealth". I have confirmation of this. When I visit schools, invited by colleagues and former students, and I have an opportunity to talk with students, I see how effective is the "stealth approach".

Although unwritten, unreported, unnoticed by the political and academic authorities, the innovation benefit enormously some students, while other students not even notice this, and

prepare for testing. What is wrong with testing? Basically, because they penalize the former, which are creative, and favour the later, which are cooptable and amenable to sameness. Although homogeneous behavior and results are unnatural in the human species, this is the supporting argument for standardized testing, which prevails in evaluation, although it is denied by the theoreticians who support current testing.

Relevant references

<http://www.geocities.com/pluriversu/ubiratan.html>



An adequate historiography for non-western mathematics¹

Mathematics, and the same is true for Science, as generally understood nowadays, emerged in a distinctive form in Europe. But every culture generates something equivalent to Mathematics, and Science, that works satisfactorily in its context. These are corpora of knowledge that have been generated in a particular context, with specific motivations, and that have been and are subject to unsatisfaction, criticism and the changes resulting from exposition to other cultures. The major challenge is the human species itself. It is moved by the drives of survival and transcendence. To survive through the encounter with the other and with nature as a whole, and to transcend the moment, searching into the past and probing into the future. Knowledge is the response to these drives. How is it generated, organized intellectually and socially, and diffused? Particularly, language and mathematics offer the major challenges. Both have grown differently in different cultures. And both have been affected by cultural encounters. Particularly important for our analysis are the encounters which occurred after the 15th century between European and non-European cultures.

I agree with Urs Bitterli when he reduces the encounter of European and non-European cultures to three basic phases: contacts, collisions and relationship. He shows that they do not occur necessarily in this order, that they are not mutually excludent and nor is it necessary that the three types occur every time. In some cases the contacts may lead directly to relationship.²

These types of encounter are convenient for understanding cultural dynamics of the encounters from the beginning of European overseas conquest through early industrial relations.

At the moment of the conquest, Mathematics was beginning to establish itself as the field of knowledge which would be central for the development of the industrial civilization.

History and Philosophy of Mathematics focuses on the Mathematics which synthesizes centuries of ideas developed in the Mediterranean basin enriched by contacts with Africa

¹ Mathematics Across Cultures. The History of Non-Western Mathematics, ed. Helaine Selin, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 2000; pp.79-92.

² Urs Bitterli: *Cultures in Conflict. Encounters Between European and Non-European Cultures, 1492-1800*, Polity Press, Cambridge, 1989.

and the Far East. Historiography is largely based on written sources and relies on names, epochs, dates and places proposed by early historians.

Although the conquered civilizations had mathematical knowledge, that historiography is absolute inadequate to recognize the mathematics in the contact. Its nature and history are practically unknown. The collision phase obviously asked for the denial of the forms of knowledge of the conquered. The relationship is marked by an effort to transfer Mathematics from the European tradition to the colonies.

The condition of consumers of knowledge produced in Europe continued in the colonies until the transition from the 19th through the 20th century, when local production of Mathematics, as originated in Europe, start to be delineated.

This paper focus on the social, political and cultural factors in the dynamics of the transfer and production of mathematical knowledge in the colonies and on the recognition of non-European forms of mathematics, extant or buried in the colonial process. The proposal is an historiography which allows to put together scraps of information and recognize extant mathematical practices and relying in the memory of people and events which survived in a literate era.

Introductory remarks

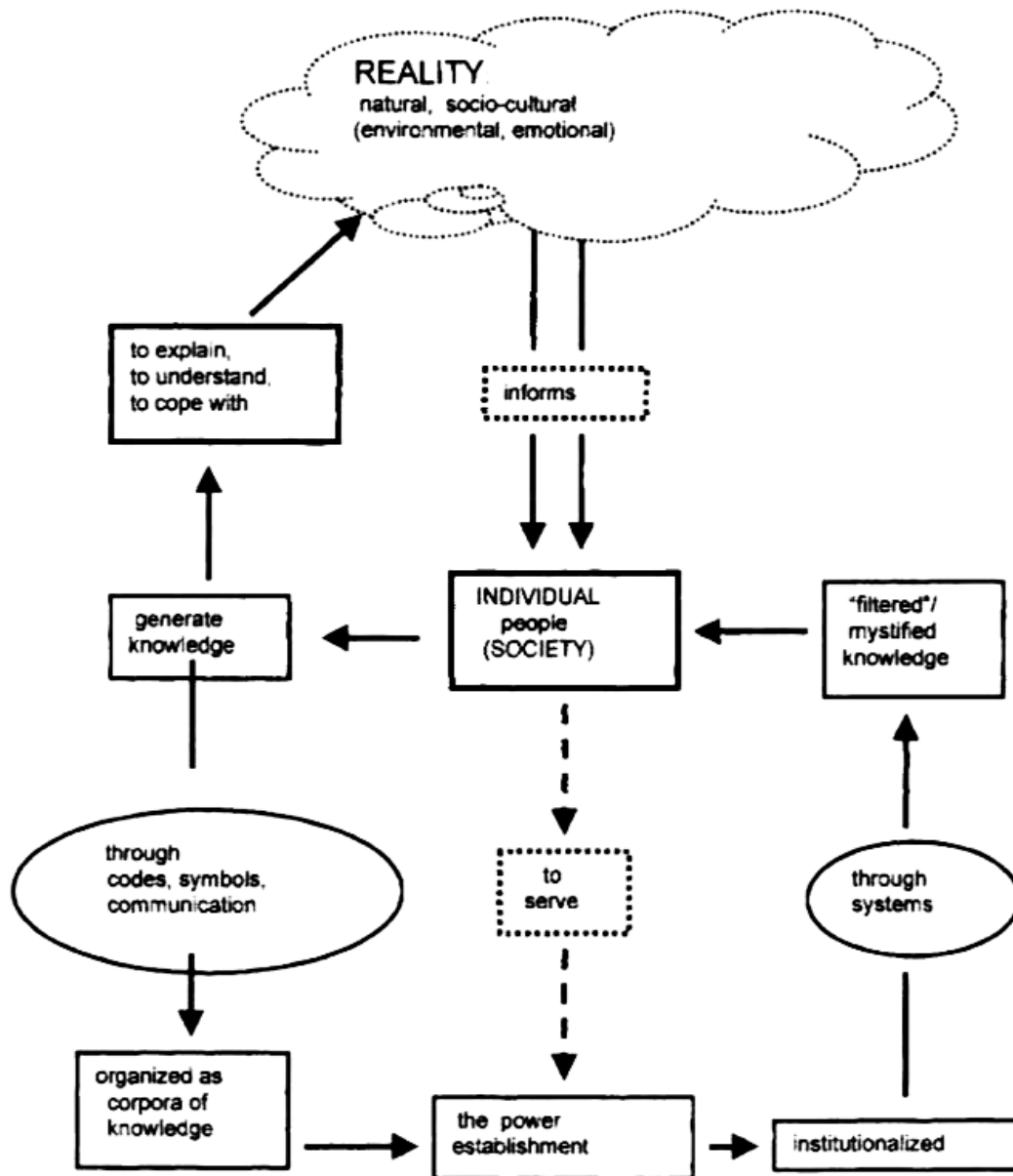
The great navigations since the 16th century mutually exposed forms of scientific knowledge from different cultural environments. The several ethnosciences involved in the encounters, which obviously include European Science, have been subjected to great changes as a result. In this paper I will examine some of the consequences of this mutual exposure of cultures.

By ethnosciences I mean the corpora of knowledge established as systems of explanations and ways of doing accumulated through generations in distinct cultural environments.

Particularly important for us is ethnomathematics as the corpora of knowledge derived from quantitative and qualitative practices, such as counting, weighing and measuring, sorting and classifying. As with academic Western Science and Mathematics, the two have a symbiotic relation.

Both are not new disciplines. Rather they are part of a research program on history and epistemology. The pedagogical implications are obvious. Both research and educational programs take into account all the forces that shape a mode of thought, in the sense of looking into the generation, organization (both intellectual and social) and diffusion of knowledge.

Figure: The cycle of knowledge³



The research program, typically interdisciplinary brings together and interrelates results from the cognitive sciences, epistemology, history, sociology and education. An essential component is the recognition that mathematics and science are intellectual constructs of mankind in response to needs of survival and transcendence.

³ **Editor's note:** The figure was extracted from the reference of footnote 1 (p. 81), as it was not saved from the original article published on the now-defunct UOL website.

The need for an intellectual framework to organize the corresponding systems of codes, norms and practices gave rise to many aspects of science and mathematics.⁴

In the research program particular attention is given to those dimensions of knowledge which bear some relation to what became known as the several disciplines of science and mathematics in European civilization after the 15th century.

Ethnoscience, both as corpora of knowledge and as pedagogical practices, is supported by the history of science and reflects the dynamics of cultural acquisition. Some examples illustrate this.

All over the World, much of the weather explanations and predictions, agriculture practices, processes of cure, dressing and institutional codes, culinary, and commerce, came from the European tradition developed in the Middle Ages and the Renaissance. But we see, all over the World, practices performed in a very distinctive way. These practices, which have their origins in native communities, are significantly modified as a result of mutual exposition of cultural forms since colonial times. For example, it is common to see indigenous peoples in the Americas using Indo-Arabic numerals, but performing the operations from bottom to top, explaining that this is the way trees grow. But it is also common to identify, in the more advanced notions, the influence of this mutual exposition in everyday life and practices.

Practices of daily life which are scientifically based are easily recognized. This is evident by looking into professions that require some scientific knowledge and mathematical abilities.

Practices and perceptions of learners are the substratum upon which new knowledge is built. Thus new knowledge has to be based on the individual and cultural history of the learner and it has to recognize the diversity of extant cultures, present in specific communities, all over the world. This is the essence of a new educational posture called Multicultural Education.

A new educational posture depends on a new historical attitude which recognizes the contribution of past cultures in building up the modern world and modern thought, and which avoids omissions and errors of the past treatment of cultural differences.

We easily identify two categories of scientific knowledge: Scholarly (or "formal" or "academic") science, supported by a convenient epistemology, and whose practice is restricted to professionals with specialties; Cultural (or "practical" or "popular" or "street") science.⁵ These categories are closely related and their main distinction refers to criteria of

⁴ Ubiratan D'Ambrosio: "Ethno-mathematics, the Nature of Mathematics and Mathematics Education", *Mathematics, Education and Philosophy: An International Perspective*, ed. Paul Ernest, London: The Falmer Press, 1994.

⁵ Many scholars do not agree with the use of "cultural science". We might say ethnoscience.

rigor, to the nature, domain and breadth of its pursuits, that is to what and how much one can do with them.

For example, pre-Columbian cultures had different styles of doing their measurements and computations and these practices are still prevalent in some native communities. Most Amazonian tribes have counting systems that goes as "one, two, three, four, many". And that is all, since with these numbers they can satisfy all their needs.⁶ We also see important ways of dealing with pottery, tapestry and everyday knowledge with strong mathematics characteristics in several cultures.⁷ The same with African cultures.⁸ The people from these cultures have no problems at all in assimilating the current European number system and deal perfectly well with counting, measurement and money when trading with individuals of European culture. Land measurement, as practiced by peasants in Latin America, comes from ancient geometry transmitted to medieval surveyors since land property and measurement (geo-metry) is strange to Pre-Columbian cultures. Another example comes from Africa, where the people deal with numbers and counting according to their specific cultural background.⁹

The high prestige of science comes mainly from its recognition as the basic intellectual instrument of progress. It is recognized that modern technology depends on science and that the instruments of validation in social, economic and political affairs, mainly through storing and handling data, are based on science and mathematics. Particularly important in this respect is statistics. This evidently brings to science an aura of essentiality in modern society. There is a general feeling that there are practically no limits to what can be explained by science. Many of the applications which give science such a prestigious position are part of various forms of cultural conflict.

Studies of ethnoscience and ethnomathematics are motivated by the demands of the natural and cultural environment and are present everywhere. It is a fact that, even without recognizing it, just about everybody deals with mathematical practices, incorporated in daily routines. When walking or driving, people memorize routes, in most cases optimizing trajectories, which is a practice of a mathematical nature. Also when dealing with money, with measurements and quantifications in general, we recognize an intrinsic mathematical

⁶ Michael Closs, ed.: *Native American Mathematics*, Austin: University of Texas Press, 1986.

⁷ Marcia Ascher: *Ethnomathematics. A Multicultural View of Mathematical Ideas*, Pacific Grove: Brooks/Cole Publishing Company, 1991.

⁸ Paulus Gerdes: *Ethnomathematics and Education in Africa*, Stockholm: Institute of International Education/Stockholms Universitet, 1995.

⁹ Claudia Zaslavsky: *Africa Counts: Number and Pattern for Teachers*, New York: Lawrence Hill, 1979.

component. The same with the capability of classifying, ordering, selecting and memorizing routines.

These practices are generated, organized and transmitted informally, the same as language, to satisfy immediate needs of a population. They are incorporated in the pool of common knowledge which keeps a group of individuals, a community, a society together and operational, and this is what is called culture. Culture thus manifests itself in different, obviously interrelated, forms and domains. Cultural forms, such as language, mathematical practices, religious feelings, family structure, dressing and behavior patterns, are thus diversified. They are of course associated with the history of the groups of individuals, communities and societies where they are developed. A larger community is partitioned into several distinct cultural variants, each owing to its own history and responsive to differentiated cultural forms.

Some remarks on Historiography

History, as a major academic discipline, carries with it an intrinsic bias which makes it difficult to explain the ever present process of cultural dynamics which permeates the evolution of mankind. This paves the way for paternalism and arrogance, for intolerance and intransigence. And clearly interferes with the understanding, for different cultural groups, of each other processes of building up their cultural realities when trying to satisfy their needs of survival and transcendence.

These biases have been methodological as well as ideological, particularly in the History of Science. Helge Kragh says that "History of Science has its own 'imperialism' that partly reflects the fact that viewed historically and socially science is almost purely a western phenomenon, concentrated on a few, rich countries. While science may be international, history of science is not."¹⁰

This seems to be almost unavoidable in the framework of historiographies which rely on reductionist approaches, such as it is the case of the various supposedly autonomous histories, in particular in the History of Sciences. The mere fact that to pursue historical analyses one talks about the Sciences, such as Physics, Chemistry, Mathematics, as distinct from Religion, from Art, from Politics, obviously impedes the understanding of the processes of evolution of ideas and methods, of reflection and action, which underlies man's struggle to find explanations, to understand and cope with its environment, and of conviviality with nature.

¹⁰ Helge Kragh: *An Introduction to the Historiography of Science*, Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1987; p.111.

The reductionism which characterizes several of the so-called autonomous histories and also histories based on facts and names, on places and dates, naturally derive from the prevailing ideology and justify current actions. Even when we move a step further than narrative history and go to historiography, the facts get immersed in the processes and we may be led to be satisfied with the false impression of having approached the past because we have data verified and facts described and explained. I agree with Armando Saitta in saying that historiography should be focused on a problem, never losing the view of all the forces which play in the historical reality, and avoiding the unilateral approach of the specialist and the reduction of the historical flow to a few elements. Saitta asks for the historian to look into "What today isn't but tomorrow will be"¹¹. He clearly proposes a global history. When he refuses the history of the "if", he opens the way to an evaluation of all the alternatives which were present in the process and he claims that the one alternative which has succeeded should not imply the rejection of the others. E. H. Carr has the same opinion when he says that the historical moment in which several alternatives were open does not imply abandoning those which did not succeed, but rather looking into the reason for which some did not succeed and what was the cost of these decision.¹²

Paraphrasing Miguel León-Portilla, it is a matter of listening also to the loser.¹³ History has been mostly the history of the winners. This is particularly true in the History of Science.

For obvious reasons, the vision of the loser has been marginalized, and this is more noticeable in the chapters which deal with the origins of Modern Science. We use the term Modern Science as the set of ideas which have supported in paradigms established in the XVII and XVIII centuries, mainly through the works of R. Descartes, I. Newton, G. W. Leibniz and followers.

The dawn of Modern Science is identified with the modern geography of the world, and the appearance of privileges for those capable of mastering Modern Science and Technology. How did this privileged role come into being? Why conquered and colonized still have problems in mastering Science and Technology? Why have Science and Technology progressed so rapidly and in this progress has left aside, indeed eliminated, social and above all ethical concerns, thus paving the way for enormous social, political and environmental distortions? These questions are germane to the concept of knowledge itself.

¹¹ Armando Saitta: *Il programma della Collezione storica*, Bari: Laterza, 1955; p.12.

¹² E.H.Carr: *What is History?*, Harmondsworth: Penguin Books, 1968.

¹³ Miguel León-Portilla: "Visión de los Vencidos (Crónicas Indígenas Mexicanas)", *Historia* 16, 1985.

Building-up scientific knowledge

We see knowledge as emanating from the people, essentially a product of man's drive towards explaining, understanding and coping with his immediate environment and with reality in general, reality understood in its broadest sense and in permanent change as a result of man's own action. This drive, obviously holistic, is dynamically subjected to a process of exposure to other members of society — people — and thanks to communication, both immediate and remote in time and space, goes through a process of codification, intertwined by an associated underlying logic, inherent to the people as a form of knowledge — some call wisdom. The modes of communication and the underlying logic are recognized as the result of the prevailing cognitive processes. Cognitive evolution, related to environmental specificity, gives rise to different modes of thought and different underlying logic, communication and codification. Hence knowledge is structured and formalized subjected to specificity of a cultural nature. Power structure, which itself rises from society as a form of political knowledge, appropriates, indeed expropriates, structured knowledge and organize them in institutions. In this form and under the control of the establishment and the power structure, which mutually support each other, knowledge is given back to the people, who in the first instance generated it, through systems and filters which are designed to keep the established power structure.

The generation, transmission, institutionalization and diffusion of knowledge is clearly an holistic approach to knowledge and to the dynamics of change. This is the essence of the research program on the History of Science which I call "Ethnomathematics".¹⁴

The disciplinary approach to knowledge focus on cognition, epistemology, history and sociology. This clearly makes it difficult to understand the dynamics of change. Mutual exposure of distinct approaches to knowledge, resulting from distinct environmental realities, is global, embracing the entire cycle from the generation through the diffusion of knowledge.

The process of cultural dynamics which takes place in the exposure is based on mechanisms which balance the process of change, which I call acquiescence -- that is, the capability of consciously accepting change (modernity) -- and the cultural ethos -- which acts as a sort of protective mechanism against change that produces new cultural forms.

¹⁴ Ubiratan D'Ambrosio: *ETNOMATEMÁTICA. Arte ou Técnica de Explicar e Conhecer*, São Paulo: Editora Ática, 1990. A translation is available: *ETHNOMATHEMATICS. The Art or Technique of Explaining and Knowing*, tr. Patrick B. Scott, Las Cruces: NMSU/ISGEm, 1998.

This behavior can be traced back throughout the entire history of mankind. These conceptual tools are close to the ethos and schismogenesis introduced by Gregory Bateson in dealing with cultural contact and enculturation.¹⁵

In the encounter of the two worlds (Europe and America) this was violated in many instances. The origin of these violations may be related to distinct views of nature. A scientific conceptualization, which resulted from an intertwining of medieval Judeo, Christian and Greco-Arabic thought, and developed in Europe, lead man to look at nature and at the universe as an inexhaustible source of richness and to exploit these resources with a mandatory drive towards power and possession.

This behavior towards nature and life has lead man to favor a single model of development, hence to ignore the cultural, economical, spiritual and social diversities which constitute the essence of our species.

These reflections question the set of current concepts and models, and calls for the acceptance of the idea that survival depends on a global and holistic view of reality. This demands a radical change which applies to all levels of knowing and doing. Thus we are lead to look for radical changes in our models of development, of education and of civilization, based in the recognition of a plurality of models, of cultures, of spirituality and of social and economical diversity, with full respect for each one of the distinct options.

Visions of the World

The European navigators of the end of the 15th and early 16th centuries reached all of America, Africa, India and China. In the case of Africa and in Asia, previous contacts with civilizations which had shared, before, many encounters among themselves and with Europeans. Thus the encounters of the 15th and early 16th centuries were, indeed, an amplifications and deeper contacts. But meeting the “new”, the unknown, the unexpected, was experienced by Columbus and the Spaniards, in 1492 and the subsequent voyages.

Although earlier contacts with the Americas are known. But the motivations and behavior of earlier navigators was completely different from the Spanish and Portuguese, and afterwards the English, French and Dutch.¹⁶

¹⁵ Gregory Bateson: *Steps to an Ecology of Mind*, New York, Ballantine Books, 1972.

¹⁶ See the interesting study of Ivan Van Sertima: *They Came Before Columbus*, New York: Random House, 1976 and the reports on the voyages of the Chinese monk Huei Shen in the 5th century to Mexico. See the communication of Juan Hung Hui: “Tecnología Naval China y Viaje al Nuevo Mundo del Monje Chino Huei Shen, III Congreso Latinoamericano y III Congreso Mexicano de Historia de la Ciencia y la Tecnología, Ciudad de Mexico, 12-16 Enero 1992.

The influence of the navigators and chroniclers, particularly Portuguese, in building up the mode of thought which underlies modern European science is noticeable. In the words of Joaquim Barradas de Carvalho "the authors of the Portuguese literature of the navigation made it possible the Galileos and the Descartes"¹⁷ essentially through the development of "objective and serene curiosity, rigorous observations and creative experimentation"¹⁸.

The low recognition of Portuguese science in the 15th and 16th centuries illustrates the observations above about biased historiography. Indeed, the important *Tractatus de sphaera* (early thirteenth century) written by Johannes de Sacrobosco, was recognized as "the clearest, most elementary, and most used textbook in astronomy and cosmography from the thirteenth to the seventeenth century"¹⁹, received two important translations with commentaries in Portugal. By Pedro Nunes, in 1537 and by João de Castro, possibly in 1546. The translation with comments by Pedro Nunes, an important mathematicians of the 16th century, incorporates much of the observational and experimental science which had been pursued by Portuguese navigators since early fifteenth century and registered in their writings. Curiously enough, neither are recognized in the most important study of Sacrobosco, written by L. Thorndike.

Particularly important as chronicles are the *Crónica dos feitos de Guiné* of Gomes Eanes de Zurara (1453) and the *Esmeraldo de situ orbis*, by Duarte Pacheco Pereira, written between 1505 and 1508, probably the first major scientific work reporting on what was observed and experimented in the newly "discovered" environments. In fact, we have to understand the sense of the word "discovery" among the Portuguese authors of that period to better realize the role of the navigations in paving the way for modern science. In his important historiographical contribution, Joaquim Barradas de Carvalho (see Note 15) gives both an exhaustive study of the *Esmeraldo de situ orbis* and the discussion of the meaning of the word "discovery".

The voyages themselves allowed a broader view of the world. Mainly venturing to the Southern Hemisphere demanded two major enterprises, the construction of the caravel, an extremely versatile ship built by the Portuguese in the fifteenth century as the result of a

¹⁷ Joaquim Barradas de Carvalho: *À la recherche de la spécificité de la renaissance portugaise*, 2 vols. Fondation Calouste Gulbenkian/Centre Culturel Portugais, Paris, 1983; p.13.

¹⁸ Mendes Correia: "Influência da Expansão Ultramarina no Progresso Científico", *História da Expansão Portuguesa no Mundo*, Lisboa, 1940, vol. III; p.468.

¹⁹ Lynn Thorndike: *The Sphere of Sacrobosco and Its Commentators*, Chicago: The University of Chicago Press, 1949; p.1.

remarkable engineering project,²⁰ and novel navigation techniques, relying on tables constructed from systematic recorded observation carried on by the commanders of those ships. Themselves with commanding function they were also responsible for recording the "different skies" which they were the first Europeans to look at. The contributions of Gil Eanes crossing the Bojador Cape in 1434, Nuno Tristão reaching in 1443 the coast of Mauritania, and the major achievement of Diogo Cão crossing the Equator line in 1483, all paved the way for Bartolomeo Dias to cross the Cape of Hope in 1488 and for Vasco da Gama to reach Calicut in India, in 1498. Together with Columbus reaching the Western lands in 1492, the vision of the World changed. All lands and peoples were within the reach of the navigators. It is the beginning of a new phase in the History of Mankind.

The "new Sciences" seen in the encounter

As said above, America and to some extent Africa, were more surprising to Europeans than what was seen in lands which had been reached before by land routes. Particularly, America showed peoples with new forms of explanation, of rituals and of societal arrangement. Reflections on the so-called Natural Philosophy or the Physical Sciences, particularly Astronomy, were part of the overall cosmovision of the pre-columbian civilizations. In other words, the scientific establishment and scientists, surely present in the society of the conquered cultures, have not been recognized as such by the conquerors. One of the earliest registers of these cultures, Fray Bernardino de Sahagún writes, in the 16th century, that "The reader will rightfully be bored in reading this Book Seven [Which treats Astrology and Natural Philosophy which the naturals of this New Spain have reached],...trying only to know and to write what they understood in the matter of astrology and natural philosophy, what is very little and very low".²¹ The important report of Sahagún explains much of the flora and fauna, as well as of medicinal properties of herbs of Nueva España. But he does not give any credit to indigineous formal structured knowledge. This is typical of what might be called an epistemological obstacle of the encounter.

Another important book is the *Sumario compendioso ... con algunas reglas tocantes al Aritmética* by Juan Díaz Freyle, printed in Mexico in 1556, the first arithmetic book printed in the New World. It has a description of the number system of the Aztecs. But this book soon disappeared of circulation and the Aztec arithmetic was replaced by the Spanish system.

²⁰ See in this respect Antonio Cardoso: *As Caravelas dos Descobrimentos e os mais Ilustres Caravelistas Portugueses*, Monografia nºo 7 do Museu de Marinha, Lisboa, 1984.

²¹ Fray Bernardino de Sahagún: *Historia General de las cosas de Nueva España*, 2 vols., Mexico: Alianza Editorial Mexicana, 1989; Tomo 2, p.478.

Much research is needed on the Science of the encounter. But this needs a new historiography, since names and facts, on which current history of science heavily rely, have not been a concern in the registry of these cultures. A history "from below", which might throw some lights in the modes of explanation and of understanding reality in these cultures, have not been common in the History of Science.

There is some more availability of sources for the history of the natural and health sciences.

The Basin Metaphor and a Sociology of Mathematics

There is no way to deny that [Western] Mathematics is essential in the modern world. Public opinion is ready to support investment in mathematical research in spite of being absolutely unable to guess what kind of research is being supported, professionally successful parents invest in the mathematical education of their children and even accept that a child does an entire year again if he/she fails in the final exam - in spite of him/her, successful parent, declaring that while they were in school and up to nowadays never understood mathematics. "Miraculously" they graduated in spite of successive failures in Mathematics and "miraculously" they became very successful. Their children have to proceed - suffering and struggling - so they will not depend of miracles! Less successful parents, which did not have an opportunity of schooling and have not the slightly idea of Mathematics punish their children if they don't show good marks in Mathematics! And peers and society in general regard those that get good grades in Mathematics as potential geniuses, while those that do not do well in Mathematics are regarded as stupid. Socially, this has been instrumental in the selection of elite, as it has been well studied by Pierre Samuel in his classic paper on this theme. On the other hand, the evidence from research showing that both individual and social creativity is enhanced by self-esteem is not taken into account for those that do beautifully in the Arts or in Sports but fail in Mathematics. Let us introduce at this moment some concepts and reflections that result from what is now called Social Studies of Science or Science Policy. This is basically the study of the politics of scientific development, the backbone of funding agencies. It is very interesting to analyze the substitution of the colonial discourse by the discourse of aid - both multilateral, like UNESCO, and bilateral, like ORSTOM, the British Council and similar. The nature of the deprived populations did not change in the span of less than ten years. The strategies to keep them as faithful consumers had to change.²² But let us not deviate from the main objective of this paper, which is the production of scientific, in particular mathematical, knowledge.

²² **Editor's note:** the original footnote was cut, leaving only the excerpt "These topics have in the post-war period drawn much attention and generated important studies whose results throw some lights in the [...]"

When deciding on investments in Science and Technology, it is natural to expect social benefits. These investments have been substantial, both through funding agencies, either governmental or through aiding agencies, either bi- or multilateral. The outcomes in the so-called Third World have not been encouraging, as recently mentioned by the Director-General of UNESCO. The gap between central nations and peripheral nations in the production of scientific knowledge is enlarging. Over 80% of the benefits of scientific and technological research benefits the First World. "The gap between rich and poor countries is a gap of knowledge" as says Federico Mayor²³. It is clear that scientific productivity is related to the cultural atmosphere and self-esteem. Self-esteem can hardly prevail among a population deprived of its history.

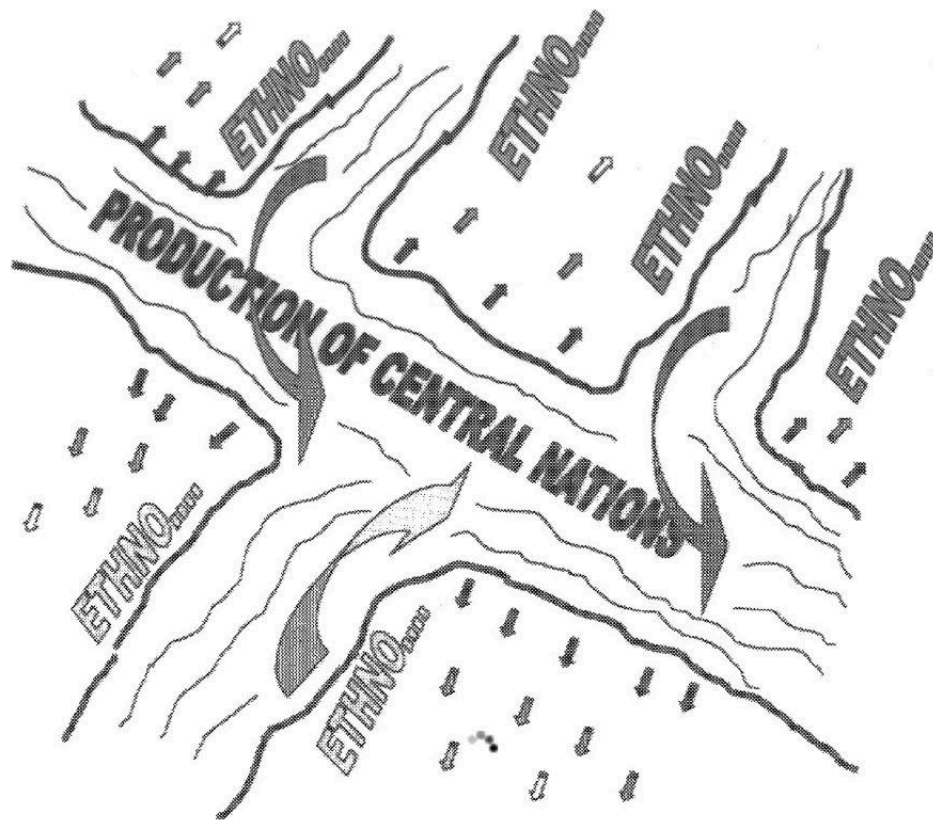
Referring to what was discussed above, the main instrument in the colonial period was to deprive the conquered peoples of their history or to produce a history "favorable" to the conqueror. There is no need to elaborate on the vision of slavery passed on by official history nor to question why Zumbi (1655-1695) is practically unheard of by Brazilian students while Cardinal Richelieu and, of course, D'Artagnan, are so familiar.

We may consider, as it is frequent in discussions of policy and specially in the United Nations and other national and international agencies, the production of scientific and technological, particularly mathematical, knowledge as measurable. Scientometrics relies on several indicators and the studies of quantitative history allow us to speak of central nations, those who produce new knowledge, and peripheral nations, those who absorb new knowledge. Production and absorption of knowledge are clearly distinguishable. The sad situation is that the peripheral nations have been slow in absorbing new knowledge. The lack of infrastructure acts as a barrier for this process.²⁴ The basin metaphor helps to understand the process. The picture speaks for itself. The main producers of knowledge (central nations) are represented by the main stream. The water fertilizes their margins. They will produce their effect in the margins of the tributaries (peripheral nations) much later, when the waters have already flown along the stream (thus producing the gap or obsolescence of knowledge). The Water (knowledge) does not flow up stream of the tributaries.

²³ **Editor's note:** the footnote was not saved from the original article published on the now-defunct UOL website.

²⁴ **Editor's note:** idem.

Figure: The basin metaphor²⁵



The water of the tributaries surely fertilizes their margins and will add and contribute, as the brain drain, to the volume of water of the main stream. This is manifest in the emigration of academics and, worst, on the subordination of laboratories and research institutions of the peripheral nations to the priorities of their major homologous in the central nations.²⁶ As an example of this, we see the efforts to entice research institutions in the peripheral nations to join major biotechnology research plans.

The co-optation of scientists in the periphery is normally done by the attractive of sending experts, in many cases scientists with a high reputation, to the periphery for short visits and conferences, by offering fellowships, by giving stipends higher than the current national

²⁵ **Editor's note:** The figure was extracted from the reference of footnote 1 (p. 88), as it was not saved from the original article published on the now-defunct UOL website.

²⁶ **Editor's note:** the footnote was not saved from the original article published on the now-defunct UOL website.

salaries, by sending equipment, in many cases obsolete or already heavily used equipment, and offering international travel to seminars and congresses. This is true in academics and, in the more developed peripheral nations, also in industry. Particularly in mathematics, we have numerous examples of such practices in the post-war period. The presence of monies of the USA Army, Navy and Air Force research agencies, as well as of the NSF, of the CNRS, of the British Council, of the DAAD and other agencies, following the pattern mentioned above, is noticeable.

These cases have not been studied in detail as yet. Both have the common feature of producing human resources and results without any analysis of the capability of the peripheral countries to absorb and to make these resources and results useful for their priority needs. Normally this is the result of a lack of qualitative directives in Science Policy of the peripheral nations. Practically every scientific development plan in the periphery is a program entirely based in quantitative goals.

Perversely, World Bank, UNDP and other financing agencies rely on, indeed stimulate, plans based on quantitative goals. Clearly, they are easier to check. But the benefits for the poor populations of the peripheral nations are practically nil.

In the basin metaphor, the sources of the rivers, both the main stream and the tributaries, correspond to ethnomathematical knowledge. Ethnomathematical knowledge, like the waters, flow fertilizing the margins of the tributary in their way and eventually mixing in a major stream, contributing to this flow. Waters of the main stream do not go up-stream through the tributaries.

The notion of progress carried on by the main stream will benefit the margins of the tributary after a long way through difficult land paths - which correspond to the acquisition of knowledge from other socio-cultural and environmental sources. The need of the margins - peripheral cultures - are met by the water of the tributaries and only later receive the benefits coming from the main stream. These are useful only in fertile grounds.

An alternative to main stream and tributaries would be a large lake, were all the sources contribute equally to the main body of water. Each source producing according to its environmental history and all the waters of the lake fertilizing all the margins.

Erosion of the basin in favor of the creation of a great lake - the deterioration of the current world order - hopefully will lead to a new planetary order.

Final remarks

The conquest and colonization had as a consequence an enormous influence in the course of development of the civilization. The chroniclers of the conquest tell of absolutely different

ways of explaining the cosmos and the creation and of dealing with the surrounding environment. Religious systems, political structures, architecture and urban arrangements, sciences and values were, in a few decades, suppressed and replaced by those of the conqueror. A few remnants of the original behavior of these cultures were and still are outlawed or treated as folklore. But they surely integrate the cultural memory of the peoples descending from the conquered. Much of these behaviors are easily recognized in everyday life.

Mathematics, as an human endeavor, is not different. This is one focal point of the research program known as Ethnomathematics, which deals with the generation, the intellectual and social organization and the diffusion of different ways, styles, modes (*tics*) of explanation, understanding, learning, coping with and probing beyond (*mathema*) the immediate natural and socio-cultural environment (*ethno*). This clearly results from the mutual exposition of different cultures and the dynamics of this process is a major problem we face in doing the history of ideas in every region of this world.

The conquest paved the way to colonization. In the Americas, the early colonizers, the Spanish and the Portuguese, paved the way for the French, the English and the Dutch colonizer and later on for Africans, Europeans and Asiatic immigrants. With them came new forms of coping with the environment, of dealing with daily life, and new ways of explanations and learnings. The result was the emergence of a synthesis of different forms of knowing and explaining which were generated by and available to the different communities, to workers and to the people. We recognize the emergence very soon of new religions of new cuisine, new music, new arts and new languages, particularly in the Americas -- the Creoles. All of these absolutely interrelated as a synthesis of the cultural forms of the ancestors.

Mathematics, as a cultural form, is not different. The emergence of new cultural behavior, particularly of Mathematical behavior, is another focal point of the research program known as Ethnomathematics.

Particularly in the Americas, the variety and peculiarity of the expositions of cultures and the specificity of the population migrations reveal an effort of the colonizer to transfer, with minor adaptations, the forms of social, economical and political organization and administration prevailing in the metropolises, including schooling and scholarship (academies, universities, monasteries). The new institutions in the Americas were based on the styles prevailing in the metropolises, mostly under influence, and even control, of religious orders.

All this, which took place during most of the 16th, 17th and 18th centuries, occurred while new philosophical ideas, new sciences, new ways of production and new political

arrangements were flourishing in Europe. The cultural facts produced in Europe were assimilated in the Americas under specific, mostly precarious, conditions. Indeed the Americas were the consumer of some of these new cultural facts. There is a clear co-existence of cultural goods, particularly knowledge, produced in the Americas and produced abroad. The former consumed mostly by the lower strata of society, the people and workers, and the later by the domineering classes. These boundaries are not clearly defined and the mutual influence of the resulting intellectual productions are evident.

This poses the following

BASIC QUESTION

What are the relations between the producers and consumers of cultural goods?

This guides my proposal for a historiography of Mathematics and what I have called "the basin metaphor". Although this is a question affecting the relations between academia and society in general, hence between the ruling elites and the population as a whole, it is particularly important for understanding the role of intellectuality in the colonial era. Thus Ethnomathematics comes as a fundamental instrument of historical analysis.²⁷ These views own much to the *Annales* proposal.

Curiously enough, the factors influencing the consumption of what we might call Academic Mathematics produced in an alien cultural environment, and what "outsiders" of the profession -- that is, non-mathematicians -- have to say about Mathematics, have not been given attention in the prevailing historiographies.²⁸ My proposal incorporates to the History of Mathematics, in an essential way, the views of aliens, in both senses, about Mathematics. This broader look, suggested by new historical scholarship, comes under severe attack, in what became to be known as the Science Wars.²⁹

²⁷ **Editor's note:** the footnote was not saved from the original article published on the now-defunct UOL website.

²⁸ **Editor's note:** idem.

²⁹ **Editor's note:** idem.



Alustapasisivistykseilitys or the name Ethnomathematics: my personal view

Ethnomathematics is an emergent research area. The Mathematics Subject Classification 2000, sponsored by the Mathematical Reviews and the Zentralblatt für Mathematik, lists Ethnomathematics as sub-area 01A07 of the research area "History and biography". And the growing number of books and papers published in several languages and the number of dissertations and theses submitted in several universities of the World are indicators of the vitality of this new research area.

But Ethnomathematics, particularly the way I conceptualize it, and the research program that I propose, and its pedagogical implications, have been challenged by many.

There has been much talking about the word Ethnomathematics. I will elaborate on how I did start using this word and how it developed into the meaning I give to it.

I never claimed that no one else has used this word before, although I had never seen it. I recently learned from Claudia Zaslowsky that Otto Raum wrote, in a review of her book, published in *African Studies*(1976): "(This Mathematics) might perhaps be most suitably called ethno-maths on the analogy of ethno-music, ethno-semantics, etc.". Wilbur Mollena, in a letter to Gloria Gilmer, published in the *NEWSLETTER* of the ISGEM (vol.6, n.1, November 1990), says that he had invented the word ethnomathematics in 1967 and that he gave a talk in 1971 using it. But I had never seen it in print before I started using it. I am sure that a search in the literature, mainly in Anthropology, may reveal other users of the word ethnomathematics. No surprise.

I was aware that the word ethnohistory had been introduced in the 1940s, as the history of non-literate people, and that in 1955, an International Society of Ethnomusicology was founded. Also I knew the field of ethnopsychiatry, focusing on "exotic societies". When I lectured at the Linguistic Institute at SUNY at Buffalo, in the Summer of 1971, the word ethnolinguistics was current. Ethnopsychology, ethnobotany, ethnomedicine were also frequent to refer to the study of practices of different racial groups. And the sociologist Harold Garfinkel coined the word ethnomethodology in 1967 to express his interest in how social interactions and practices are related.

But my use of the word ethnomathematics and the Program Ethnomathematics, have a history of its own. Surely, it should not be confused with the ethnographic approach or, with we might call an ethnic mathematics. Although relying on much of its results, the Program Ethnomathematics has a broader scope.

In 1976, I was invited to organize and preside the section "Why Teach Mathematics?" in the 3rd International Congress of Mathematics Education/ICME 3, in Karlsruhe, Germany. There I proposed a broader view of mathematics and how it should be taught in schools. I suggested a discussion of the nature of mathematical knowledge, with special attention given to History, Philosophy and Cognition in a broader sense, not restricted specifically to the philosophy and the history of mathematics and the theories about learning mathematics.

Why this? Because I see much of the history and philosophy of mathematics, as well as of mathematical cognition, redundant and biased. The essence of the proposal was to look into different ways of doing mathematics, taking into account the appropriation of academic mathematics by different sectors of society and the way different cultures deal with mathematical ideas. The appropriation frequently leads to imprecise and mathematically unsatisfactory uses of it. And mathematical ideas in some cultures are sometimes seen as *ad hoc* knowledge, without an underlying structure. Thus, I decided to look into the ways different cultural groups develop ways of doing and knowing through comparing, evaluating, classifying, quantifying, counting, measuring, representing, inferring. These are the grounding bases for mathematical ideas.

It is important to clarify that I consider cultural groups in a broader sense than looking into levels of homogeneity in racial patterns, in languages, in the set of values, in myths and religions. I understand as cultural groups families, friends, communities, professionals, nations, and try to identify ways of doing and knowing of these groups. Although this approach had been growing in importance in the academy, it was practically ignored and, indeed, sometimes rejected in the mathematics circles in 1976. My proposal is a transcultural perception of the nature of mathematical knowledge, which demands a transdisciplinary approach to knowledge in general.

I insisted on the fact that there are other ways of doing mathematics, proper to different cultures. I found the reference to the pioneer book of Claudia Zaslavsky *Africa Counts* very important. Much to the surprise of my colleagues, I proposed an unusual bibliography, including Nietzsche and Spengler, classics of Anthropology and an historiography in the line of the proposals of the *Annales*. The expanded version of my talk gave origin to a booklet published soon after.

It did not occur to me then that ethnomathematics would be a good name for the mathematics of other cultural environments, although I was familiar with ethnobotany,

ethnomusicology, ethnopsychiatry, ethnolinguistics and other ethno-knowledges. It is easy to understand why I did not use the "ethno" prefix. The work of botanists, musicians, psychiatrists, linguists and others are, basically, ethnographical studies of these disciplines. This research is, no doubt, very important, and there is a great need of more of such studies focusing mathematics. In other words, there is always much need for this kind of ethnomathematics, and several important works are available. Much research on the ways of doing mathematics in other cultural environments has been available from a long time. Mainly anthropologists and some learning psychologists have published very important research in this approach. Many are concerned with how the number system was incorporated to human cultures. Different ways of comparing, evaluating, classifying, quantifying, counting, measuring, representing, inferring, have been observed in several cultural environments, throughout history, even before anthropology was defined as such. In our days, much research of primatologists focus on these capacities.

We have to learn the mathematics of other cultural environments. Indeed, this has been very interesting and helpful in classrooms. Not only in multicultural education, which is a modern trend in education. But also in culturally homogeneous groups. But this sort of ethnic mathematics, even when relying on rigorous ethnographic studies, can easily lead to a folkloristic view of how other cultures do counting, measuring, etc., with total disregard for the complexity of their cultural specificity. I still see this as an equivocated approach to ethnomathematics, particularly when utilized as a pedagogical resource. It relies on curiosities and anecdotes, dealing with numbers and figures. Unless properly situated in an ample cultural scenario, this approach to ethnomathematics is prone to reinforce eurocentrism.

Much of the motivation behind these views can be traced back to the 60s and 70s, are present in my paper for the Karlsruhe conference. They emerged from my work with minorities while in the faculty of S.U.N.Y at Buffalo, from my work in Africa, in the UNESCO project called "CPS Bamako" and by coordinating the interdisciplinarian Multinational Project of Science Education of the Organization of the American States. In all these socio-cultural environments, the USA, Africa, Latin America and the Caribbean. I was strongly motivated to understand how knowledge, particularly mathematical knowledge, was generated, intellectually and socially organized, and diffused. This research program depends on studies of the mind and cognition, anthropology, linguistics, history, epistemology, politics, education, as well as some interdisciplines.

My interest was – and continues to be – to understand the nature of knowledge, in particular of mathematical knowledge. I relied on the recognition that mathematics is part of broad cultural contexts, having everything to do with religion, the arts, economics, politics and the social organization of society. I had not yet formulated the research program focused on the

generation, the intellectual and social organization, and the diffusion of knowledge, which became the backbone of the Program Ethnomathematics.

The major breakthrough for establishing Ethnomathematics as a research field on its own came after the 5th International Congress of Mathematics Education/ICME 5, in Adelaide, Australia, in 1984. There I gave the opening plenary conference on "Socio-cultural bases of mathematics education."

The reaction to the conference was not different from what happened in 1976, in Karlsruhe. Reactions were mixed, polarized in a group in full agreement with my views and proposal, and another group of those who entirely rejected it. The scenario is not significantly different from what happens nowadays.

The trajectory of these ideas from 1976 through 1984 deserves an explication. Soon after ICME 3 I had several opportunities to expand the ideas outlined in Karlsruhe.

In 1977, during the Annual Meeting of the American Association for the Advancement of Science, Rayna Green organized a section on "Native American Science". I gave a paper and I used the word ethnomathematics, to designate the mathematics of the native cultures, similarly to what other participants were doing with their disciplines. But the use of the word ethnomathematics was always focused on the description of the mathematics of other cultures, mainly those without writing and those marginalized by the colonial process.

In 1978, Bernhelm Booss and Mogens Niss organized a meeting on "Mathematics and the Real World", followed soon after by a memorable satellite conference on "Mathematics and Society", preceding the International Congress of Mathematicians/ICM 78, in Helsinki. Many requests to the IPC¹ of the congress to include this conference as part of the program met with an incredulous reaction. The argument was, as obviously expected, that this theme had nothing to do with mathematics as such. But the concession of a space for a satellite conference and the large number of attendants were big achievements. This was important in drawing the interest of the mathematical establishment to broader societal issues. Soon after, in 1978, Mohamed El-Tom organized an important meeting in Khartoum, sponsored by UNESCO, on "Developing Mathematics in Third World countries".

In those days I was building-up my views on mathematical knowledge. Why did our species develop such a thing as mathematics? And how does mathematics evolve?

My interest in the history of the evolution of academic mathematics in Europe led me into examining the cultural dynamics in the development of Mediterranean civilizations and in the expansion of Christianity. Particularly interesting is the role of paganism in this process.

¹ **Editors' note:** International Programme Committee

In the visits to Denmark and Finland, I got very much impressed by the Pagan cultures of Scandinavia. The Vikings, with their ship-building, their navigation instruments and their symbols were, and still are, intriguing. I was impressed by the long length of the days and by the fact that in the Northern part of the region, which I visited later, the days lasted six months! How was the cosmovision of these cultures? Considering that time and cosmography have such an important role in the development of mathematical ideas, how could these people make sense of their own experiences and of the cultural interactions during the almost thousand years of conquest of Southern Europe? The conqueror absorbed the culture of the conquered. This was a dual situation of what I had seen in the cultural dynamics which occurred in the Americas and in Africa during the conquest and colonial era.

The crux was to understand how individuals and cultural groups respond to the drives for survival [proper of every living structure] and transcendence [specific of human beings], which are intrinsic to human nature. These drives lead to actions performed incessantly, in a symbiotic way, by living beings. In response to the needs of survival and transcendence, knowledge is generated, shared by the cultural group, and organized in ways, styles and techniques of doing and of explaining, understanding and learning. Systems of knowledge are the complexes of these responses, given by distinct cultural groups, to the drives for survival and transcendence.

I like to play with dictionaries. When going to different countries, I usually buy a small dictionary and use much of my leisure time in browsing through it. While in Finland, it was a good exercise to understand how would the Finns express their ways of satisfying their needs of explaining, understanding, learning, intrinsic to the human drives toward survival and transcendence. Browsing through an English-Finnish-English dictionary, I made a "good" word the Finns might use to express this: alusta-sivistyksellinen-tapas-selitys! Or making it a little less frightening, alustapasivistykselys. Free time in congresses is always stimulating. But this was nonsense playing and lots of fantasy!

Maybe the word would be less shocking if it were expressed using Greek roots. Why not ethno[for a group with compatible behavior]-techné[for ways, arts, techniques]-mathemata[for explaining, understanding, learning] or, as it would sound much better, ethno-mathema-tics?

Each culture developed ways, styles and techniques of doing, and responses to the search of explanations, understanding and learning. These are the systems of knowledge. All these systems use comparing, evaluating, classifying, quantifying, counting, measuring, representing, inferring. Of course, Western mathematics is such a system of knowledge, as a broad view of its history shows. But other cultures developed, also, other systems of knowledge with the same aims. That is, other "mathematics", using different ways of

comparing, evaluating, classifying, quantifying, counting, measuring, representing, inferring. All these systems of knowledge might well be called ethnomathematics. They are "mathematics" of different natural and cultural environments, all motivated by the drives for survival and transcendence. Mathematics basically respond both to "How" and "Why".

I had already used ethnomathematics in the narrower sense of representing real facts and phenomena, of comparing, evaluating, classifying, quantifying, counting, measuring, inferring, etc., in different cultural environments. But an understanding of the nature of these ethnomathematics was still a challenge for me.

Thus I decided to analyze the development of Western Mathematics, in the broader sense of responses to the needs of survival and transcendence, taking into account the practical and mystic motivations present in this development. I was then led to the study of systems of knowledge in general, looking into the full cycle of the generation, the intellectual and social organization, and the diffusion of knowledge, and the subsequent changes in the systems as results of the cultural dynamics in the encounters. I understand encounters in two senses, which we may call vertical (as different generations in the same cultural environment) and horizontal (mutual exposition of different cultures). Vertical encounters are typical of education, while horizontal encounters are present in visitors exchanges or the conquest/colonial process.

The so-called "externalist" History of Mathematics, focusing on anthropological, social, political and religious issues, among others, is a very clear illustration of the full cycle of knowledge. It looks into how the processes of comparing, evaluating, classifying, quantifying, counting, measuring, representing, inferring have originated, with more or less emphasis of one or another, in different cultures, and how cultural dynamics played an important role in the development of these forms of knowledge, leading to the institutionalization of the ways of thinking and doing which resulted.

Geopolitics determined a marked influence of Greek language and philosophy in Mediterranean Antiquity. The word Mathematics, in the several versions present in Classical Greek and its use in Latin, have different meanings. Only in early Renaissance the word Mathematics came into use with meaning similar to what it is today: a Science in its own, detached from philosophy and the other sciences, which appropriated concepts and techniques from various branches of philosophy, from earlier times and from many different cultures. Thus, Ethnic Mathematics, the same as Non-Western Mathematics, are clearly equivocated.

I sometimes have indulged in the use of such terminology. It is clear to me, examining several different cultures, that the word ethno-mathema-tics, which was the result of an etymological playing, carried in it the synthesis of the research program which I call

Ethnomathematics. Summing-up, "Ethnomathematics is the art or technique of explaining and knowing, in different cultural environments".

This is how the name Ethnomathematics came into being in my thinking.



From the era of the navigations to the era of high technology as illustrated by ethnoscience and Ethnomathematics¹

This talk addresses the fact that the great navigations since the 16th century mutually exposed forms of scientific knowledge from different cultural environments. The several ethnosciences involved in the encounters, which obviously include European Science, have been subjected to great changes as a result. In this paper I will draw some lessons from the consequences of this mutual exposure of cultures and venture into some reflections about the future as a consequence of the impressive changes we have in communication and information, which are essential for education.

Science and Mathematics, which are the backbone of the Modern World, invites for a good reflection on how they came to the state they are now. The universality of Western Science and Mathematics is a direct result of the globalization initiated in the 15th century with the great navigation. This was possible thanks to the most developed technology available in that period. As a result, we witnessed a growing universalization of school curricula all over the world. With small differences, schools all over the world practice the same curriculum. Will the new technologies of communication and information reinforce this trend? How does multicultural education, particularly in Science and Mathematics, fit in this new trend towards globalization?

What will be the impact of these new tools coming from information and communication technologies on ethnoscience and ethnomathematics, which are, together with Language, the core of multicultural education?

Although the main objective of this conference is the impact of modern technologies in education — and indeed we are practicing the new — a view of history is fundamental. We feel easier to enter the new with an understanding of the old. Our critical view of the past is the better guide for the future.

Ethnoscience and Ethnomathematics in daily life

I work with two definitions which should be stated in the very beginning of this paper.

¹ Plenary talk in the First Virtual Conference of the Australian Association of Mathematics Teachers” [<http://www.aamt.edu.au>], October 16, 1998.

ETHNOSCIENCE is the corpus of knowledge established as systems of explanations and ways of doing accumulated through generations in distinct cultural environments.

ETHNOMATHEMATICS is the corpus of knowledge derived from quantitative and qualitative practices, such as counting, weighing and measuring, sorting and classifying. As with academic Western Science and Mathematics, the two have a symbiotic relation.

Both are not new disciplines. Rather they are research programs on history and epistemology. The pedagogical implications are obvious. Both research and educational programs take into account all the forces that shape a mode of thought, in the sense of looking into the generation, organization (both intellectual and social) and diffusion of knowledge.

A research program, typically interdisciplinarian, brings together and interrelates, results from the cognitive sciences, epistemology, history, sociology and education. An essential component is the recognition that mathematics and science are intellectual constructs of mankind in response to needs of survival and transcendence. As a result, different cultures have organized systems of codes, norms and practices.²

Particular attention will be given to those dimensions of knowledge which bear some relation to what became known as the several disciplines of science and mathematics in European civilization after the 15th century.

In the rest of this paper, unless there are specificities, I will refer only to Ethnoscience, which naturally includes Ethnomathematics.

Ethnoscience, both as a corpus of knowledge and as a pedagogical practice, is supported by the history of science and reflect the dynamics of cultural acquisition. Some examples illustrate this.

All over the World, much of the weather explanations and predictions, agriculture practices, processes of cure, dressing and institutional codes, culinary, and commerce, came from the European tradition developed in the Middle Ages and the Renaissance. But we see, all over the World, practices performed in a very distinctive. These practices, which have their origins in native communities, are significantly modified as a result of mutual exposition of cultural forms since colonial times. For example, it is common to see indigenous peoples in the Americas using Indo-Arabic numerals, but performing the operations from bottom to top, explaining that this is the way trees grow. But it is also common to identify, in the more advanced notions, the influence of this mutual exposition in everyday life and practices.

² Ubiratan **D'Ambrosio**: "Ethno-mathematics, the Nature of Mathematics and Mathematics Education" , *Mathematics, Education and Philosophy: An International Perspective*, ed. Paul **Ernest**, London: The Falmer Press, 1994.

Will these practices survive in the era of high technology? Most probably they will give rise to different practices, which will be the result of broad communication. They will be the fusion of traditional practices coming from all over the world. Differently than the knowledge brought by the conquerors and colonizers, the new knowledge will be collectively constructed.

Practices and perceptions of learners are the substratum upon which new knowledge is built. Thus new knowledge has to be based on the individual and cultural history of the learner and it has to be recognized the diversity of extant cultures, present in specific communities, all over the world. This is the essence of a new educational posture called Multicultural Education.

But this new educational posture depends on a new historical attitude is needed which recognizes the contribution of past cultures in building up the modern world and modern thought, and which avoids omissions and errors of the past treatment of cultural differences.

We identify two categories of scientific knowledge: **Scholarly** (or "formal" or "academic") **science**, supported by a convenient epistemology, and whose practice is restricted to professionals with specialties; **Cultural** (or "practical" or "popular" or "street") **science**.³ These categories are closely related and their main distinction refers to criteria of rigor, to the nature, domain and breadth of its pursuits, that is to what and how much one can do with them.

Land measurement is particularly interesting. Land measurement, as practiced by peasants in Latin America, comes from ancient geometry transmitted to medieval surveyors. Land property and measurement (geo-metry) is strange to Pre-Columbian cultures and they had different styles of doing their measurements and computations. Some of these practices are still prevalent in some native communities.

Now, precision and dimension of the land require other forms of measurement. For example, Amazonian tribes have been receiving large chunks of land as their territory. The concept of territorial demarcation is not present in their culture and they do not means to proceed this demarcation. They acquire the new knowledge in order to exert their possession of the land. And we see they are formulating a new knowledge which incorporates the most advanced technology. Of course, initially a few natives acquire this knowledge and this is rapidly assimilated, through their educational systems, by the tribe.

Very interesting is the situation of counting. Most Amazonian tribes have counting systems that goes as "one, two, three, four, many". And that is all, since with these numbers they can

³ Many scholars do not agree with the use of "cultural science". We might say ethnoscience.

satisfy all their needs.⁴ We also see important ways of dealing with pottery, tapestry and everyday knowledge with strong mathematics characteristics in several cultures.⁵ The same with African cultures.⁶

What we see is that the people from these cultures have no problems at all in assimilating the current European number system and deal perfectly well with counting, measurement and money when trading with individuals of European culture. Carpenters, brick and carpet layers all over the world use very specific geometry in their work. They have to cut and pieces produced in the usual geometrical forms, such as squares, rectangles, regular polygons, and adjust them to the surface to be covered, practicing optimization techniques. The practical arithmetic of street vendors in Northeast Brazil is a peculiar way of dealing with money for which face value is not significant. An interesting situation occurred as a consequence of the high inflation in Brazil until three years ago. A new currency was introduced: "new cruzeiro (NCr\$)" and its worth was one thousand "cruzeiros (Cr\$)", that is, $\text{NCr\$}1.00 = \text{Cr\$}1,000.00$. New bills were put in circulation before the old ones were destroyed. Thus a new bill showing "10" would have more value than an old bill showing "100".⁷ Another example comes from Africa, where the people deal with numbers and counting according to their specific cultural background.⁸

The high prestige of science comes mainly from its recognition as the basic intellectual instrument of progress. It is recognized that modern technology depends on science and that the instruments of validation in social, economic and political affairs, mainly through storing and handling data, are based on science and mathematics. Particularly important in this respect is statistics.

This evidently brings to science an aura of essentiality in modern society. There is a general feeling that there are practically no limits to what can be explained by science. Many of the applications which give science such a prestigious position are part of various forms of cultural conflict.

New technologies, particularly the generalized access to television, will give marginal populations not only indigenous, but equally urban communities in the lower economic

⁴ Michael **Closs**: ed., *Native American Mathematics* Austin: University of Texas Press, 1986.

⁵ Marcia **Ascher**: *Ethnomathematics. A Multicultural View of Mathematical Ideas*, Pacific Grove: Brooks/Cole Publishing Company, 1991.

⁶ Paulus **Gerdes**: *Ethnomathematics and Education in Africa* Stockholm: Institute of International Education/Stockholms Universitet, 1995.

⁷ Geoffrey **Saxe**: *Culture and Cognitive Development. Studies in Mathematical Understanding* , Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers 1991.

⁸ Claudia **Zaslavsky**: *Africa Counts: Number and Pattern for Teachers* New York: Lawrence Hill, 1979.

strata access to information which is presented in the form of graphs and statistics. With an increasing presence of computers in school systems, the access to data asks for a new kind of mathematics which is assimilated together with informally acquired knowledge. A similar phenomenon as the appearance of the Vulgate in medieval times.

Studies of ethnoscience and ethnomathematics are motivated by the demands of the natural and cultural environment and are present everywhere. It is a fact that just about everybody deals with mathematical practices, incorporated in daily routines, even without recognizing it. When walking or driving, people memorize routes, in most cases optimizing trajectories, which is a practice of a mathematical nature. Also when dealing with money, with measurement and quantification in general, we recognize an intrinsic mathematical component. The same with the capability of classifying, ordering, selecting and memorizing routines.

These practices are generated, organized and transmitted informally, the same as language, to satisfy immediate needs of a population. They are incorporated in the pool of common knowledge which keeps a group of individuals, a community, a society together and operational, and this is what is called **culture**. Culture thus manifests itself in different, obviously interrelated, forms and domains. Cultural forms, such as language, mathematical practices, religious feelings, family structure, dressing and behavior patterns, are thus diversified. They are of course associated with the history of the groups of individuals, communities and societies where they are developed. A larger community is partitioned into several distinct cultural variants, each owing to its own history and responsive to differentiated cultural forms.

The key point is that the vision of the world, which gave origin to Science and Mathematics, was limited, both to the conquerors (Western cultures) and the conquered. The development of Western Science and Mathematics have also been limited as a result of precarious views of the world — weak technology — and of a refusal to “listen” to the conquered, which was necessary in the process of imposing the rule of the conqueror. This game of power, seen also in the recent political play, becomes unnecessary in the global world.⁹

The access to new technology becomes essential for the existence of the production system. A simple arithmetic shows that the increase in production requires increased buying power. There is no future for the producers without the buyers. Unemployment decrees the end of the production. Similarly, information and communication technologies require increasing access to the system.

⁹ As an example I give the lessening measures of forbidding use of national languages, as it happened in Franco's Spain.

Building-up scientific knowledge

History, as a major academic discipline, carries with it an intrinsic bias which makes it difficult to explain the ever present process of cultural dynamics which permeates the evolution of mankind. This paves the way for paternalism and arrogance, for intolerance and intransigence. And clearly interferes with the understanding, for different cultural groups, of each other processes of building up their cultural realities when trying to satisfy their needs of survival and transcendence.

The dawn of Modern Science is identified with the modern geography of the world, and the appearance of privileges for those capable of mastering Modern Science and Technology. How did this privileged role come into being? Why conquered and colonized still have problems in mastering Science and Technology? Why have Science and Technology progressed so rapidly and in this progress has left aside, indeed eliminated, social and above all ethical concerns, thus paving the way for enormous social, political and environmental distortions? These questions are germane to the concept of knowledge itself.

I see knowledge as emanating from the people, essentially a product of man's drive towards explaining, understanding and coping with his immediate environment and with reality in general, reality understood in its broadest sense and in permanent change as a result of man's own action. This drive, obviously holistic, is dynamically subjected to a process of exposure to other members of society — people — and thanks to communication, both immediate and remote in time and space, goes through a process of codification, intertwined by an associated underlying logic, inherent to the people as a form of knowledge — some call wisdom. The modes of communication and the underlying logic are recognized as the result of the prevailing cognitive processes. Cognitive evolution, related to environmental specificity, gives rise to different modes of thought and different underlying logic, communication and codification. Hence knowledge is structured and formalized subjected to specificity of a cultural nature. Power structure, which itself rises from society as a form of political knowledge, appropriates, indeed expropriates, structured knowledge and organizes them in institutions. In this form and under the control of the establishment and the power structure, which mutually support each other, knowledge is given back to the people, who in the first instance generated it, through systems and filters which are designed to keep the established power structure.

The generation, transmission, institutionalization and diffusion of knowledge is clearly an holistic approach to knowledge and to the dynamics of change. This is the essence of the research program on the History of Science which I call "Ethnomathematics".¹⁰

The disciplinary approach to knowledge in general focus on cognition, epistemology, history and sociology. This clearly makes it difficult to understand the dynamics of change. Mutual exposure of distinct approaches to knowledge, resulting from distinct environmental realities, is global, embracing the entire cycle from the generation through the diffusion of knowledge.

The process of cultural dynamics which takes place in the exposure is based on mechanisms which balance the process of change, which I call acquiescence — that is, the capability of consciously accepting change (modernity) — and the cultural ethos — which acts as a sort of protective mechanism against change that produces new cultural forms.

This behavior can be traced back throughout the entire history of mankind. These conceptual tools are close to the ethos and schismogenesis introduced by Gregory Bateson in dealing with cultural contact and enculturation.¹¹

In the encounter of the two worlds (Europe and America) this was violated in many instances. The origin of these violations may be related to distinct views of nature. A scientific conceptualization, which resulted from an intertwining of medieval Judeo, Christian and Greco-Arabic thought, and developed in Europe, lead man to look at nature and at the universe as an inexhaustible source of richness and to exploit these resources with a mandatory drive towards power and possession.

This behavior towards nature and life has lead man to favor a single model of development, hence to ignore the cultural, economical, spiritual and social diversities which constitute the essence of our species.

These reflections question the set of current concepts and models, and calls for the acceptance of the idea that survival depends of a global and holistic view of reality. This demands a radical change which applies to all levels of knowing and doing. Thus we are lead to look for radical changes in our models of development, of education and of civilization, based in the recognition of a plurality of models, of cultures, of spirituality and of social and economical diversity, with full respect for each one of the distinct options.

¹⁰ Ubiratan **D'Ambrosio**: *ETNOMATEMÁTICA. Arte ou Técnica de Explicar e Conhecer*, Editora Ática, São Paulo, 1990. An English translation, by Patrick **Scott**, *ETHNOMATHEMATICS*, is available by ISGEm/NMSU, Las Cruces, 1998 [order from pscott@NMSU.Edu].

¹¹ Gregory **Bateson**: *Steps to an Ecology of Mind*, Ballantine Books, New York, 1972.

The encounter of cultures

What we foresee with the generalized use of the technologies of communication and information is an encounter of cultures. Practically, no important event in the world goes unnoticed by the entire mankind. This happened before. Which lessons can we learn from the previous encounter, usually referred to as the conquest?

The European navigators of the end of the 15th and early 16th centuries reached all of America, Africa, India and China. In the case of Africa and Asia, previous contacts with civilizations which had shared, before, many encounters among themselves and with Europeans. Thus the encounters of the 15th and early 16th centuries were, indeed, an amplifications and deeper contacts. But meeting the “new”, the unknown, the unexpected, was experienced by Columbus and the Spaniards, in 1492 and the subsequent voyages.

Although earlier contacts with the Americas are known, the motivations and behavior of earlier navigators was completely different from the Spanish and Portuguese, and afterwards the English, French and Dutch.¹²

As I said above, America and, to some extent Africa, were more surprising to Europeans than what was seen in lands which had been reached before by land routes. Particularly, America showed peoples with new forms of explanation, of rituals and of societal arrangement. Reflections on the so-called Natural Philosophy or the Physical Sciences, particularly Astronomy, were part of the overall cosmovision of the Pre-Columbian civilizations. In other words, the scientific establishment and scientists, surely present in the society of the conquered cultures, have not been recognized as such by the conquerors. One of the earliest registers of these cultures, Fray Bernardino de Sahagún writes, in the 16th century, that "The reader will rightfully be bored in reading this Book Seven [Which treats Astrology and Natural Philosophy which the naturals of this New Spain have reached],...trying only to know and to write what they understood in the matter of astrology and natural philosophy, what is very little and very low".¹³ The important report of Sahagún explains much of the flora and fauna, as well as of medicinal properties of herbs of Nueva España. But he does not give any credit to indigenous formal structured knowledge. This is typical of what might be called an epistemological obstacle of the encounter.

¹² See the careful study of Ivan Van **Sertima**: *They Came Before Columbus*, Random House, New York, 1976 and the reports on the voyages of the Chinese monk Huei **Shen** in the 5th century to Mexico. See the communication of Juan Hung **Hui**: "Tecnología Naval China y Viaje al Nuevo Mundo del Monje Chino Huei Shen, III Congreso Latinoamericano y III Congreso Mexicano de Historia de la Ciencia y la Tecnología, Ciudad de México, 12-16 Enero 1992.

¹³ Fray Bernardino de **Sahagún**: *Historia General de las cosas de Nueva España*, 2 vols., Alianza Editorial Mexicana, México, 1989; Tomo 2, p.478.

Another important book is the *Sumario compendioso ... con algunas reglastocantes al Aritmética* by Juan Diaz Freyle, printed in Mexico in 1556, the first arithmetic book printed in the New World. It has a description of the number system of the Aztecs. But this book soon disappeared of circulation and the Aztec arithmetic was replaced by the Spanish system.

Much research is needed on the Science of the encounter. But this needs a new historiography, since names and facts, on which current history of science heavily rely, have not been a concern in the registry of these cultures. A history "from below", which might throw some lights in the modes of explanation and of understanding reality in these cultures, have not been common in the History of Science.

There is some more availability of sources for the history of the natural and health sciences.

The importance of the encounter for the health sciences is easily recognized. The main sources are the register of diseases which decimated the conquered populations, particularly smallpox, and reciprocally brought new diseases to Europe, such as syphilis, and the implantation of health systems in the colonies.¹⁴

We have to keep present that the populations of Latin America have always been multicultural, with successive migrations of distinct cultural groups in Pre-Columbian times. This internal migration was followed by waves of conquerors, of colonizers, of creoles (whites born in the new lands), of Africans (brought as slaves, with distinct cultural backgrounds) and of European and other immigrants (including contingents from the Middle-East, India and the Far-East), roughly in this order. The New World, particularly Latin America, is a cultural cauldron.

Let us look into the late 15th and early 16th centuries, the moment when Europe was laying the ground for the Modern Science, which would be firmly established with the publication of Newton's *Principia*. It should be noticed that much of the supporting observations given by I. Newton to his theories are the result of observations made in the New World, in particular Brazil. The early mathematicians who went to the newly conquered lands were all proficient astronomers, with important climatic observations.

Medical practices in the Iberian peninsula in the 15th century represented, as did most forms of knowledge, a synthesis of Greco-Roman Hippocratic and Galenic traditions, under the dominant position of the Catholic Church. The Islamic influence, a result of almost seven hundred years of domination, was strong. What was going on before Islam we learn from the

¹⁴ Ubiratan **D'Ambrosio**: "Specificity of the health sciences in the Iberian peninsula at the time of the discoveries", *Advances in Gynecology and Obstetrics, The Proceedings of the XIIth World Congress of Gynecology and Obstetrics*, (Rio de Janeiro, 1988), eds. P. **Belfort**, J.A. **Pinotti** and T.K.A.B. **Esques**, Parthenon Pub. Co., London, 1988; pp.29-32.

writings of Isidore de Seville (b.ca 560; d.636), mainly in his works *Etymologiae* and *De Natura Rerum*, both highly influential during the Middle Ages. They bring together existing medical and related knowledge in a consistent encyclopedic style.¹⁵

Islam brought to the peninsula a distinct renewal of scholasticism. In the period before the navigation, the Iberian peninsula was subjected to a renewed influence of Greek thought brought by the Islamic rulers, which favored an important presence of Jewish scholars and practitioners. With the reconquest under way, the tolerance of the Catholic kingdoms towards converted Jews ("Cristãos Novos") allowed the transmission of Islamic science, particularly Medicine. Converted Jews were usually practitioners of a humble socioeconomic status, by doctors and apothecaries. At the same time, the resistance of the Catholic Church focused on the internal struggles of Christianity itself, thus building up formidable instruments of conservatism. At the same time that a New World was open to them, conservatism was imposing the grips of traditional thinking. It is well known that all the Portuguese expeditions to the coast of Africa used to bring a number of black "informants" to the Portuguese court. These were usually versed individuals in the Sciences as practiced by the Africans. The same is true after the voyages to Brazil.

On the other hand, restrictions to modern development in the Iberian peninsula were strong. For example, anatomy was banished due to restrictions on dissection. This scientific restrictions plus the waves of Inquisition Tribunals against Jews and New Christians stimulated a brain drain particularly intense in the medical profession. European centers and also to the new possessions overseas were, even under the same government, these measures a safer refuge.

The voyages and excursions into the newly conquered lands demanded extensive participation of practitioners, with great flexibility in the use of their knowledge in very different situations. Clearly, it was needed scientific curiosity and research methodology to face and understand new diseases and to propose new cures. The arrival and departure of ships from and to the New World were always a situation demanding more medical care, in most cases dealing with hitherto unknown diseases.

The early flow of information from Portugal and Spain to Europe was mainly the result of immigrants going to work in other European countries and navigators of other nationalities working in Iberian ships. The colonialist ventures of England, France and Holland would bring to Europe new sources of knowledge from the Americas. Particularly relevant was the information coming to Holland through the Dutch settlement in Northeast Brazil from 1630 to 1661, specially from 1637 to 1645, while the Governor and Captain-General of the colony

¹⁵ For a good account of Isidore's contribution, see the monograph by W.D. **Sharpe**: "Isidore de Seville: the medical writings", *Trans. Am. Phil.Soc.*, New Series, vol. 54; pp.1-75.

was Johan Maurits of Nassau-Siegen (1604-1679). Nassau brought to Brazil artists and scientists of good standing and capable of reporting on the new world.

Other visitors to Latin America in the early colonial period surely have marked the imagination of intellectuals of the sixteenth and seventeenth centuries, the moment when Modern Science was setting its roots.

Conclusion

No one can deny that the encounter of cultures has opened for the whole of mankind new intellectual and material dimensions and new possibilities of a high quality of life. Regrettably, no one can deny either that many distortions in the course of 500 years after the major encounter of the civilizations in each side of the Atlantic have instead resulted in these enormous new possibilities only benefiting a few and threatening the planet of destruction.

An unbiased view of history will allow to recognize this and to prepare for the next encounter. Particularly important, as mentioned above, were the advances in the health sciences. This is obviously related to the environment.

Probably the most important impact of the new technologies will happen in environmental and health sciences. Clearly, meteorological studies can be performed as a routine in classroom. A reorganization of mathematical curricula to understand climatic specificity of each region of the planet will be needed. Surely, matters not present in the mathematics curriculum, will be needed. Data analysis stretching over different period of times will be novel in the mathematics classroom. Monitoring, essential for the modern world but absent from the curricula, will give school mathematics a new dynamics.

In the health sciences, incidence of diseases will help students to understand the concept of preventive health care, undoubtedly a most urgent change in medicine. Epidemics can be monitored through school practice with the information technologies, which have obvious implications for public health.

Environmental issues can equally be treated in the schools. The growing field of environmental mathematics will find, in the schools, a possibility, as a consequence of communication and information technologies.

It is clear that all the examples mentioned above as new directions for school mathematics are loaded with cultural issues and at the same time would not be possible without information and communication technologies.

How long it will take for these trends to be fully incorporated into the school systems? Much less than most teachers realize. An easy exercise will show that the price of the equipment has been steadily decreasing, while the cost of traditional school equipment (buildings and

books) have been increasing. Teaching power, understood as the amount of attention given by a teacher to individual students, can be highly increased if the routine and repetitive practices are left to videos and disks. More time for group work, which may go beyond the classroom and the school boundaries are possible and desired. Boundaries in schools, communities, states, countries are naturally overcome with the new technologies.

What is needed? Teachers will. The equipment is generally underused. There is, worldwide, a large amount of available equipment in schools not being properly utilized. Will means not only having access to the equipment but readiness to embrace the new. This requires courage to leave much of what is currently part of the curriculum and bring new mathematics into the classroom. The teacher can hardly do this without exchanging views and ideas with colleagues. Particularly in small and remote communities, the new technologies of communication and information open possibilities which were hitherto unthinkable.

We have to practice the future now. The denial of the idea of future is to wait the future to enter into it.



Why mathematical educators and researchers cannot ignore political issues¹

Presented at the Session on "Beyond the Ivory Tower: The Politicization of Mathematics Education Research", Research Presession of the 77th Annual Meeting of the National Council of Teachers of Mathematics, San Francisco, 19-21 April 1999. Most of the contents of this paper is in my paper "Mathematics, History, Ethnomathematics and Education: A comprehensive program", *The Mathematics Educator*, 9/2, 1999; p. 33-38.

INTRODUCTION

Political issues deal with government, economics, relations among nations and social classes, people's welfare and the preservation of natural and cultural resources.

The possibility of final extinction of civilization in Earth is real. Not only through war. We are witnessing an environmental crisis, disruption of the economic system, institutional erosion, mounting social crises in just about every country and, above all, the recurring threat of war. A scenario similar to the disruption of the Roman Empire is before us, with the aggravation that the means of disruption are, nowadays, practically impossible to control.

It is clear that mathematics is well integrated into the technological, industrial, military, economic and political systems and that mathematics has been relying on these systems for the material bases of its continuing progress. It is important to question the role of mathematics and mathematics education in arriving to the perverse behavior of mankind.

After all, the most universal problem — survival with dignity — must have something to do with the most universal mode of thought — mathematics.

I believe that to find the relation between these two universals is an inescapable result of the claim of the universality of mathematics. Consequently, as mathematicians and mathematics educators we have to reflect about our personal role in reversing the situation.

¹ Presented at the Session on "Beyond the Ivory Tower: The Politicization of Mathematics Education Research", Research Presession of the 77th Annual Meeting of the National Council of Teachers of Mathematics, San Francisco, 19-21 April 1999. Most of the contents of this paper is in my paper "Mathematics, History, Ethnomathematics and Education: A comprehensive program", *The Mathematics Educator*, 9/2, 1999; p. 33-38.

MATHEMATICS, EDUCATION AND CURRICULUM

The nature of mathematical behavior is not yet clearly understood. Although in Classical Philosophy we can notice a concern with the nature of mathematics, only recently the advances of cognitive sciences have probed into the generation of mathematical knowledge. How is mathematics created? How different is mathematical creativity from other forms of creativity?

From the historical viewpoint, there is a need of a complete and structured view of the role of Mathematics in building up our civilization. For this we have to look into the history and geography of human behavior and find new paths in the measure we advance in the search. History is a global view in time and space. It is misleading to see History only as a chronological narrative of events, focused in the narrow geographic limits of a few civilizations which have been successful in a short span of time. The course of the history of mankind, which can not be separated from the natural history of the planet, reveals an increases interdependence which crosses space and time, of cultures and civilizations and of generations.

Education is a strategy created by societies to promote creativity and citizenship. To promote creativity implies helping people to fulfill their potentials and raise to the highest of their capability. To promote citizenship implies showing them their rights and responsibilities in society.

Educational systems throughout history and in every civilization have been focusing on two issues: to transmit values from the past and to promote the future.

In other words, education aims equally at the new (creativity) and the old (societal values). Not irresponsible creativity — for we do not want our students to become bright scientists creating new weaponry — neither docile reproduction — for we do not want our students to accept rules and codes which violate human dignity. This is our challenge as educators, particularly as mathematics educators.

The strategy of educational systems to pursue these goals is the curriculum. Curriculum is usually organized in three strands: objectives, contents and methods. This cartesian organization implies accepting the social aims of educational systems, then identifying contents which may help to reach the goals and developing methods to transmit these contents.

THE POLITICAL DIMENSION OF MATHEMATICS EDUCATION

To agree on objectives is regarded as the political dimension of education. But very rarely has mathematics contents and methodology been examined under this dimension. Some educators and mathematicians claim that contents and methods in mathematics have nothing to do with the political dimension of education.

Even more disturbing is the possibility of offering our children a world convulsed by wars. Since Mathematics is the imprint of the Western thought, it is naïve not to look into a possible role of mathematics in framing a state of mind which tolerates war. Our responsibility as mathematicians and mathematics educators is to offer venues of peace².

There is an expectation about our role, as mathematicians and math educators, in the pursuit of peace. The remark below by Anthony **Judge**, the Director of Communications and Research of the Union of International Associations, express how we, mathematicians, are seen:

"Mathematicians -- having lent the full support of their discipline to the weapons industry supplying the missile delivery systems -- would claim that their subtlest thinking is way beyond the comprehension of those seated around a negotiating table. They have however failed to tackle the challenge of the packing and unpacking of complexity to render it comprehensible without loss of relationships vital to more complex patterns. As with the protagonists in any conflict, they would deny all responsibility for such failures and the manner in which these have reinforced unsustainably simplistic solutions leading to further massacres³."

I see my role as an Educator and my discipline, Mathematics, as complementary instruments to fulfill commitments to mankind. In order to make good use of these instruments, I must master them, but I also need to have a critical view of their potentialities and of the risk involved in misusing them. This is my professional commitment.

It is difficult to deny that Mathematics provides an important instrument for social analyses. Western civilization entirely relies on data control and management. Social critics will find it difficult to argue without an understanding of basic mathematics. But, regrettably, the term "basic" has been abusively identified with acritical skill and drilling.

It is an undeniable right of every human being to share all the cultural and natural goods needed to her/his material survival and intellectual enhancement. This is the essence of the *Universal Declaration of Human Rights* (1948), to which every nation is committed. The

² See my paper: Mathematics and peace: Our responsibilities, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik/ZDM*, Jahrgang 30, Juni 1998, Heft 3; pp. 67-73.

³ Anthony **Judge**: And when the bombing stops: challenge to mathematicians", <http://www.uia.org/uiadocs/mathbom.htm>

educational strand of this important profession on mankind is the *World Declaration on Education for All* (1990), to which 155 countries are committed. Of course, there are many difficulties in implementing the effectiveness of the United Nations resolutions and mechanisms. But as yet this is the best instrument available that may lead to a planetary civilization, with Peace and dignity for the entire mankind. Regrettably, Mathematics Educators are generally unfamiliar with these documents.

It is an unrelinquishable duty to cooperate, with respect and solidarity, with all the human beings, who have the same rights, for the preservation of all these goods. This is the essence of the **ethics of diversity**: respect for the other (the different); solidarity with the other; cooperation with the other. This leads to quality of life and dignity for the entire mankind.

It is impossible to accept the process of exclusion of large sectors of the population of the World, both in the developed and undeveloped nations. An explanation for this perverse concept of civilization asks for a deep reflection on the colonial period. It is not the case of putting the blame in one or another, neither to attempt to redo the past. But to understand the past is a first step to move into the future. To accept inequity, arrogance and bigotry is irrational and may lead to disaster. Mathematics has everything to do with this state of the world. A new world order is urgently needed. Our hopes for the future depend on learning — critically! — the lessons of the past.

We have to look into history and epistemology with a broader view. The denial and exclusion of the cultures of the periphery, so common in the colonial process, still prevails in modern society. The denial of knowledge which affects populations is of the same nature as the denial of knowledge to individuals, particularly children. To propose directions to counteract ingrained practices is the major challenge of educators, particularly of mathematics educators. Large sectors of the population do not have access to full citizenship. Some do not have access to the basic needs for survival. This is the situation in most of the world and occurs even in the most developed and richest nations.

In order to build up a civilization which rejects inequity, arrogance and bigotry, education must give special attention to the redemption of peoples that have been for a long time subordinated and must give priority to the empowerment of the excluded sectors of societies.

The Program Ethnomathematics contributes for restoring cultural dignity and offers the intellectual tools for the exercise of citizenship. It enhances creativity, reinforces cultural self-respect and offers a broad view of mankind. In everyday life, it is a system of knowledge which offer the possibility of a more favorable and harmonious relation in human behavior and between humans and nature⁴.

⁴ See my paper: Ethnomathematics and its First International Congress, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, ZDM 99/2; pp. 50-53.

A consequence of this program for a new curriculum is synthesized in my proposal of three strands in curricular organization: **Literacy**, **Matheracy** and **Technoracy**⁵.

Literacy. Clearly, reading has a new meaning today. We have to read a movie or a TV program. It is common to listen to a concert with a new reading of **Chopin**! Also socially, the concept of literacy goes through many changes. Nowadays, "reading" includes also the competency of numeracy, interpretation of graphs, tables and other ways of informing the individual. And also understanding the condensed language of codes. These competencies have much more to do with screens and button than with pencil and paper. There is no way for reverting this trend, the same as there was no successful censorship in preventing people to have access a books in the last 500 years. Getting information through the new media precedes the use of pencil and paper and numeracy is dealt with calculators. But, if dealing with numbers is part of modern literacy, where has mathematics gone?

Matheracy is the capability of drawing conclusions from data, inferring, proposing hypotheses and drawing conclusions. It is a first step towards an intellectual posture, which is almost completely absent in our school systems. Regrettably, even conceding that problem solving, modeling and projects can be seen in some mathematics classrooms, the main importance is given to numeracy, or the manipulation of numbers and operations. Matheracy is closer to the way Mathematics was present both in classical Greece and in Indigenous cultures. The concern was not with counting and measuring, but with divination and philosophy. Matheracy, this deeper reflection about man and society, should not be restricted to the elite, as it has been in the past.

Technoracy is the critical familiarity with technology. Of course, the operative aspects of it are, in most of the cases, inaccessible to the lay individual. But the basic ideas behind the technological devices, their possibilities and dangers, the morality supporting the use of technology, are essential questions to be raised among children in a very early age. History show us that ethics and values are intimately related to technological progress.

The three together constitute what is essential for citizenship in a world moving fast into a planetary civilization.

⁵ See my paper: Literacy, Matheracy and Technoracy: A Trivium for Today, *Mathematical Thinking and Learning*, 1(2), 1999; pp. 131-153.



Ethnomathematics and its first international congress

Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, ZDM 99/2; pp. 50-53

SUMMARY

The First International Congress of Ethnomathematics took place in Granada, Spain, from 2 to 5 September 1998, hosted by the University of Granada, with the support of several organizations. In this paper I make some considerations on the why's and when of Ethnomathematics as an academic research field and report on the ISGEm/International Study Group on Ethnomathematics and its first international congress. 1st ICEm.

ETHNOMATHEMATICS AS A SCHOLARLY FIELD

The First International Congress of Ethnomathematics, with the participation of 103 specialists from 23 countries, took place in Granada, Spain, from 2 to 5 September 1998.

The event was hosted by the University of Granada, with the support of several organizations. The chief organizer was Maria Luisa Oliveras, a Professor in the Department of Didactics of Mathematics at the University of Granada and Vice-President of the International Study Group on Ethnomathematics (ISGEm).

It is agreed that a new academic field is established once it has considerable research production and publications, an organized community, a journal and regular courses, seminars, conferences and congresses.

The scientific output on Ethnomathematics as a research field in History and Philosophy of Mathematics and its pedagogical implications has been increasing steadily. This was recognized when the Mathematical Subject Classification compiled in 1991 by the Editorial Offices of both the Mathematical Reviews and Zentralblatt für Mathematik, included *Ethnomathematics* (01A07). Doctoral theses on Ethnomathematics have been submitted with success in several universities of the world.

Ethnomathematicians are well organized as a community. The International Study Group on Ethnomathematics (ISGEm) was founded in 1985 and has membership in several countries

and publishes, twice a year, a Newsletter. The North American Chapter of the ISGEm is affiliated to the National Council of Teachers of Mathematics/NCTM.

Courses, seminars, conferences, presentations in congresses, have given academic visibility to Ethnomathematics. Now, the First International Congress on Ethnomathematics, brings this new research field to adulthood.

Essentially, what are the main goals of ethnomathematics? It is a very peculiar research field, in which new directions in historiography and interpretation represent, even more than the results, an important goal. This is the main reason which I like to call it the Programme Ethnomathematics. It views history, particularly the History of Sciences, with new lenses.

If we want to have an universal history of mathematics, there is need of a broader historiography. History of Mathematics can hardly be distinguished from the broad history of human behavior in definite regional contexts, recognizing the dynamics of population exchanges. This is a way of identifying the origin of exclusion of populations and entire civilizations through denial of knowledge, which allows for the proposal of corrective measures. By looking into the bodies of knowledge which have been integrated in the syncretic evolution of Mathematics, Ethnomathematics allows for a better understanding of the cultural dynamics under which knowledge is generated. The proposed historiography can be seen as a transdisciplinary and transcultural approach to the History of Mathematics.

The great navigation since the 15th century mutually exposed forms of scientific knowledge from different cultural environments. The several ethnosciences involved in the encounters, which obviously include European Science, have been subjected to great changes as a result.

Much research is needed to understand the Sciences of the encounter. This needs a new historiography, since names and facts, on which current history of science heavily rely, have not been a concern in the registry of these cultures, which have been mostly denied and even excluded in the colonial process. A history "from below", which might throw some lights in the modes of explanation and of understanding reality in these cultures, have not been common in the History of Science. The response to this need is the proposal of the Programme Ethnoscience and, particularly, of the Program Ethnomathematics.

Ethnosciences are corpora of knowledge established as systems of explanations and ways of doing accumulated through generations in distinct cultural environments.

Ethnomathematics are these corpora of knowledge derived from quantitative and qualitative practices, such as counting, weighing and measuring, comparing, sorting and classifying.

The two have a symbiotic relation.

The process of denial and exclusion of the cultures of the periphery, so common in the colonial process, still prevails in modern society. Large sectors of the population are denied and even excluded from full citizenship.

In order to build up a civilization which rejects inequity, arrogance and bigotry, education must give special attention to the redemption of cultures that have been for a long time subordinated and to the empowerment of the excluded sectors of societies.

Ethnomathematics contributes for restoring cultural dignity and for offering the intellectual tools for the exercise of citizenship.

HOW DO I SEE ETHNOMATHEMATICS AND ITS OBJECTIVE

In this congress I learned from Claudia Zaslowsky that Otto Raum wrote, in a review of her book, published in *African Studies* (1976): "(This Mathematics) might perhaps be most suitably called ethno-maths on the analogy of ethno-music, ethno-semantics, etc." And Wilbur Mellerna, in a letter to Gloria Gilmer, published in the *NEWSLETTER* of the ISGEM (vol.6,n.1,November 1990), says that he had invented the word ethnomathematics in 1967 and that he gave a talk in 1971 using it. I did not see the word before I first used it. But my reading is limited. I am sure that a search in the literature, mainly in Anthropology, may reveal other users of the word ethnomathematics. No surprise.

I was aware that the word ethnohistory had been introduced in the 1940s, as the history of non-literate people, and that in 1955, an International Society of Ethnomusicology was founded. Also I knew the field of ethnopsychiatry, focusing on "exotic societies". When I lectured at the Linguistic Institute at SUNY at Buffalo, in the Summer of 1971, the word ethnolinguistics was current. Ethnopsychology, ethnobotany, ethnomedicine were also frequent to refer to the study of practices of different racial groups. And the sociologist Harold Garfinkel coined the word ethnomethodology in 1967 to express his interest in how social interactions and practices are related.

My use of the word ethnomathematics has a history of its own.

FIRST MOMENT - ICME 3 (1976), KARLSRUHE

In ICME 3, in Karlsruhe, in 1976, I proposed, in the section "Why Teach Mathematics", a broader view of why mathematics should be in school curricula. I proposed that this should include a discussion of the nature of mathematical knowledge, with special attention given History, Philosophy and cognition in the broad sense, not specifically dealing with the philosophy and the history of mathematics and the theories about learning mathematics. Why this? Because much of the history and philosophy of mathematics, as well as the mathematical cognition are redundant and biased. If we look for a transcultural perception of the nature of mathematical knowledge, we need to adopt a transdisciplinary view.

Thus, much to the maze of my colleagues, I proposed an unusual bibliography, including Nietzsche and Spengler. I also insisted on the fact that there are other ways of doing mathematics, proper to different cultures. And the reference to Claudia Zaslavsky's "Africa Counts" very important to my paper.

The expanded version of the paper became the first of a set of four small books which represent my basic thinking about Science and Mathematics Education: *Overall Goals and Objectives for Mathematical Education*, UNICAMP, Campinas, 1976; *Socio-cultural bases for Mathematics education*, UNICAMP, Campinas, 1985; *ETNOMATEMÁTICA. A Arte ou Técnica de Explicar e Conhecer* Editora Ática São Paulo, 1990 [translated as: *ETHNOMATHEMATICS: The Art or Technique of Explaining and Knowing*, transl. by Patrick B. Scott, ISGEm/NMSU, Las Cruces, 1998]; *Several Dimensions of Science Education. A Latin American Perspective*, CIDE/REDUC, Santiago, 1991.

It did not occur to me then, in the Congress of Karlsruhe, that ethnomathematics would be a good name for the mathematics of other cultural environments. I was familiar with ethnobotany, ethnomusicology, ethnopsychiatry, and other ethno-knowledges. It is easy to understand why the prefix "ethno" did not come to my mind in the first stages of my reflections about this. The work of botanists, musicians, psychiatrists and others are mainly an ethnographical approach. No doubt, this is important also in mathematics. We have to learn the mathematics of other cultural environments. Indeed, this has been very interesting and helpful in classrooms. But it can easily get into a folkloristic view of how other cultures do counting, measuring, etc. with total disrespect for the complexity of their cultural specificity. I still see as an equivocated way of doing ethnomathematics the reliance on curiosities and anedoctes, dealing with number and figures of other cultures. Unless properly situated in an ample cultural scenario, this approach to ethnomathematics is prone to reinforcing eurocentrism.

Much of the motivation behind the views expressed in my Karlsruhe paper derived from three major experiences: my work with minorities while graduate chairman of the department of mathematics at S.U.N.Y at Buffalo; my work in Mali, West Africa, in the UNESCO project called "CPS Bamako"; and by coordinating the interdisciplinarian Multinational Project of Science Education of the Organization of the American States.

In all these socio-cultural environments, the afro-americans in the USA, Africa, and Latin America and the Caribbean, I was strongly motivated to understand how knowledge, particularly mathematical knowledge, was generated, intellectually and socially organized, and diffused. This research program was basic interdisciplinarian, relying mainly on studies of the mind and cognition, anthropology, linguistics, history, epistemology, politics, education. In the mid-seventies I began to refer to ethnomathematics as the underlying framework behind the architecture, calendric systems and measuring, particularly weighing, in the traditional cultures of sub-Sahara Africa, the Andean and the Amazonian native populations.

My interest was — and continues to be — understanding the nature of knowledge, in particular of mathematical knowledge. This was essential in my 1976 paper and I relied on the recognition that mathematics is part of broad cultural contexts, having everything to do with religion, the arts, economics, politics and the social organization of society. I had not yet fully formulated the research program focused on the generation, the intellectual and social organization, and the diffusion of knowledge, which became the backbone of the Ethnomathematics Program.

SECOND MOMENT - AAAS 78 AND ICM 78, HELSINKI

In February 1978, during the Annual Meeting of the American Association for the Advancement of Science, Rayna Green organized a section on "Native American Science". In my paper, which was never published, I used the word ethnomathematics, similarly to what other participants were doing with their other disciplines, to designate the mathematics of the native cultures. But the use of the word ethnomathematics was always focused on the description of the mathematics of other cultures, mainly those without writing and those marginalized by the colonial process.

In the same year, Bernhelm Booss and Mogens Niss organized a meeting on "Mathematics and the Real World", followed soon after by a memorable satellite conference on "Mathematics and Society" preceding the ICM 78, in Helsinki. Many requests to the IPC¹ of the congress to include this conference as part of the program met with an incredulous reaction. The argument was, as obviously expected, that this theme had nothing to do with mathematics as such. But the concession of a space for the satellite conference and the large number of attendants to it were big achievements. This was important in drawing the interest of the mathematical establishment to broader societal issues. Soon after, Mohamed El-Tom organized an important meeting in Khartoum on "Developing Mathematics in Third World countries".

In those days I was building-up my views on mathematical knowledge. Why did our species develop such a thing as mathematics? And how does mathematics evolve?

My interest in the history of the evolution of academic mathematics in Europe led into examining the cultural dynamics in the development of Mediterranean civilizations and in the expansion of Christianity. Particularly interesting is the role of paganism in this process.

In the visits to Denmark and Finland, I got very much impressed by the Pagan cultures of Scandinavia. The Vikings, with their ship-building, their navigation instruments and their symbols were, and still are, intriguing. I was impressed by the long length of the days and by the fact that in the Northern part of the region, which I visited later, the days lasted six months!

¹ **Editor's note:** International Program Committee

How was the cosmovision of these cultures? Considering that time and cosmography have such an important role in the development of mathematical ideas, how could these people make sense of their own experiences and of the cultural interactions during the almost thousand years of conquest of Southern Europe? The conqueror absorbed much of the culture of the conquered. This was a dual situation of what I had seen in the cultural dynamics which occurred in the Americas and in Africa during the conquest and colonial era.

The crux was to understand how individuals and cultural groups respond to the drives for survival [proper of every living structure] and for transcendence [specific of human beings], which are intrinsic of human nature. The response to these drives are ways, styles and techniques of doing, and the search of explanations, understanding and learning. Systems of knowledge are the complexes of the responses to the drives for survival and transcendence. Each culture has its own response to these drives.

Each culture developed its own ways, styles and techniques of doing, and responses to the search of explanations, understanding and learning. These are the systems of knowledge. All these systems use inference, quantification, comparison, classification, representation, measuring. Of course, Western mathematics is such a system of knowledge, as a broad view of its history shows. But other cultures developed, also, other systems of knowledge with the same aims. That is, other "mathematics", using different ways of inferring, quantifying, comparing, classifying, representing, measuring. All these systems of knowledge might well be called ethnomathematics. They are "mathematics" of different natural and cultural environments, all motivated by the drives for survival and transcendence. Mathematics basically respond both to "How" and "Why".

I had already used ethnomathematics in the narrower sense of representing real facts, counting, measuring, classifying, comparing, inferring, etc. in different cultural environments. But an understanding of the nature of these ethnomathematics was still a challenge for me. I began to look to the history of Western Mathematics in the broader sense of responses to the needs of survival and transcendence, mainly the practical and mystic motivations in its development. I considered exploring the idea of systems of knowledge which respond to the drives for survival and transcendence the right track to be followed. It was clear to me, examining several different cultures, that the word ethno-mathema-tics, the result of an etymological playing, carried in it the synthesis of my research program: the generation, intellectual and social organization, and diffusion of knowledge.

THIRD MOMENT - A RESEARCH PROGRAM

The Fifth International Congress of Mathematics Education, ICME-5, held in Adelaide, Australia, in 1984, was the necessary academic opportunity to establish Ethnomathematics as a legitimate research field. The attention brought to it in the Opening Plenary Lecture and the several papers and research reports presented during the congress brought recognition

to this new area. The following year, the International Study Group on Ethnomathematics was founded during the Annual Meeting of the NCTM and Gloria Gilmer was its first President. Under her able leadership the ISGEm grew, received affiliated status with the NCTM and became a regular presence in most national and international meetings.

The research program asks for understanding and explaining the generation, intellectual and social organization, and diffusion of knowledge, which I understand in the broad sense of the ways human beings deal with their basic needs of survival and transcendence in their own environment.

One of the many subsidiary research programs refers to mathematical knowledge. Thus, it is natural to view ethnomathematics as a research program on the History and Epistemology of Mathematics with Pedagogical Implications. Indeed, this was the title of a short paper published in the *Notices of the American Mathematical Society*, December 1992, vol. 39, n°10; pp. 1183-1185.

Another subsidiary research program refers specifically with the cultural dynamics of knowledge transfer, particularly of mathematical knowledge. This affects particularly the History of Mathematics of countries that were subordinated to the colonial process. In other words, it leads to the study of the cultural dynamics of colonialism. This is synthesized in what I call the "basin metaphor", presented in the First Summer School of History and Pedagogy of Mathematics in Montpellier, 1995 [History and Epistemology in Mathematics Education, eds. F.Lalande, F.Jaboeuf, Y.Nouaze, IREM, Montpellier, 1995; pp.571-580].

Independence did not redeem the effects of the colonial era. About 80% of the human population, living both in the so-called developed and undeveloped countries, live in poverty, and fear and in undignified moral and material conditions. Of course, Mathematics is not responsible for this. But mathematics is present in all the factors which are responsible for the *status quo*: economic maldistribution and irresponsible production, and destructive warfare. We can not ignore this and we have to discuss this. With this in mind I look into the intimate relation between Mathematics, Peace and Ethics.

The final and most comprehensive goal of our action must be to contribute for an ethical behavior and for achieving PEACE in its several dimensions: interior peace, social peace, environmental peace and military peace. I believe Ethnomathematics contributes to this.

The First International Congress of Ethnomathematics was a good opportunity to exchange and enrich very different theoretical and practical actions with these major goals.

The talks were organized in three strands: theoretical, including history and philosophy, native cultures and classroom action.

The academic world faces several challenging questions, as yet unexplained, about the generation, intellectual and social organization, and diffusion of knowledge. These can be

approached with advantages from the ethnomathematical viewpoint, thanks to the richness of transcultural and transdisciplinary methodologies intrinsic to ethnomathematics.

From Basques to Maoris, passing by African and Native American cultures, we have most diverse cases supporting the epistemological proposals presented in the congress. Also school environments, from pre-school to adult education, covering both informal and formal educational systems, were presented.

The abstracts were all collected in a bilingual (Spanish and English) volume of Proceedings of the ICEm 1. The full texts were published in CD-Rom. Both are available from

Prof^a. Maria Luisa Oliveras
Departamento de Didáctica de la Matemática
Facultad de Ciencias de la Educación
Universidad de Granada
Campus de Cartuja s/n
18071 Granada, SPAIN
e-mail: "Maria L. Oliveras"
oliveras@platon.ugr.es

The NEWSLETTER of the ISGEm, as well as the collected issues (since 1985) in English and Spanish and the book *Ethnomathematics*, by Ubiratan D'Ambrosio, translated by Patrick B. Scott from the original Portuguese [*Etnomatemática*, Editora Ática, São Paulo, 1990] are available from

Prof. Patrick B. Scott
College of Education
New Mexico State University
Las Cruces, NM 87131
e-mail: "Patrick Scott"
psscott@nmsu.edu

The First International Congress on Ethnomathematics was a decisive event for the consolidation of ethnomathematics as a research field with important pedagogical implications.

For this issue of ZDM we have selected a number of papers presented at the First International Congress of Ethnomathematics which touch different directions in which Ethnomathematics is developing.



Methodological questions in studying the History of Mathematics in colonial Latin America

Acta historiae rerum naturalium necnon technicarum, vol. 3, 1999; pp. 139-151.

For Lubos Nový on his 70th birthday

It is impossible to give in a short paper an account of the developments in Mathematics in Latin America in colonial times. The History of Mathematics in Latin America is a field open for research. But research requires some specific methodology. Current historiography seems to be inappropriate for such studies. In this paper I will propose some methodological directions and will also mention a few sources which serve as basic references for the period. Particularly interesting is the fact that the first mathematician recognized in Brazilian history is a Czech. Among the most relevant early mathematical works in Latin America is the research of Valentim Stancel, S.J. who, after his studies in Ormuz and Prague, spent most of his life in Brazil, in the 17th century.

THEORETICAL FRAMEWORK

This paper is situated in a discussion of the nature of scientific knowledge and a search for alternative research methodologies in the history and philosophy of science.

I discuss the problem of the generation, exchange, and interaction of mathematics in cultures confronting themselves during the colonial period in the Americas, particularly Latin America.

Although much attention has been given to the dynamics of scientific creation, little has been reserved for a consideration of the process of the confrontation of different ways of approaching science, such as in the case of the conquest and colonization in what is today Latin America.

I will look at the process from the point of view of the analysis of the cultural dynamics seen in the colonial process. We see the basic power structure manifested in legitimization

schemes based on certain forms of authority that combine magic (knowledge, language, values, science) and technique (ability, art, arms, production, kinds of work, barter, and money) as the essence of a synthesis of Western culture. In fact, this synthesis is often heavily reflected in the paradigms that permeate both science and art, paradigms that serve as the basis for establishing a conceptual structure for creativity.

Although it is such a broad concept that it is difficult to define, *creativity* is understood to have many meanings, always converging on the production of something that is outside the ordinary, or the expected, and that brings a new dimension to an undertaking. Creativity is manifested in various ways and is recognized by its results: a creative poem, a fabulous goal in a soccer game, a particularly good joke, a clever proof of a mathematical theorem. All these manifestations presume that there is something new, appropriate for what already exists and legitimized by the rules and conventions of society. It is basically an "action" that results in the conscious immersion into a reality and the unconscious release of some form of energy. The enigma has to do precisely with the intensity with which that energy is related to existing codes. This is the process to be understood. Certainly, this relationship - to break or to conform with the codes - brings to the surface the dialectical process of unconscious thought entwined with conscious thought, that, at the same time, can be conceived of as a dialectical process of the limits and extension and transgression of what is accepted.

With relation to creativity and with relation to the dialectical process of extension-transgression of limits, reflections on reality become a decisive step through creative action, that will have entered into the same reality that was the initial step.

The cultural dynamics implicit in the scheme... reality — individual — action — reality... finds there its total dimension. In fact, as gears in a mechanism of individual action, be they individuals in the usual sense, be they established cultural patterns, or social behaviors depends on something that adapts correctly to individual behavior. In a discussion on cultural anthropology we indicate kinds of behavior that clarify the process of the basic confrontations of different cultural patterns. Recent works on ethno-science and attempts to understand the basic structure of such manifestations are elements of great worth in an understanding of this process.

Of all the manifestations of creativity, scientific creativity deserves a position of distinction. The controversial matters raised when someone asks if creativity would be considered to be the transgression of limits *versus* the extension of limits, or if its origins are socio-cultural *versus* individual-psychological, find fertile ground for debate in the study of science as a human force. Science has played a pioneering role in the revolt against transcendental taboos such as magic, authority, myth, and fear of the unknown, transgressing limits. Science is also cumulative by its very nature, building upon previous results, whose acceptance supports, probably, the most elaborated and hermetic legitimization process. In fact, criteria

of acceptance that permeate creativity are in some sense a mystery of science, and without a doubt depend on an organized body of practitioners¹.

Constructed on a system of thought originated in Greece and developed by a complicated cultural complex, modern western science was carried along with the conquest, by western invaders, to non-western civilizations. Although the invaders had made various concessions with respect to many fundamental matters such as religion, life styles, economics, and politics, no concession of universal scope was permitted with respect to a commitment to forms of explanation other than those offered by so-called western rationalism, nor with its most successful realization which is science and technology. This makes the above mentioned concessions illusory. It would be enough to raise the problem of western invasions and conquest of non-western civilizations, but the process repeats itself in an internal pattern seen in the so-called modern world that affects countries, communities, families, and individuals. The prevailing image of modern science is the result of advanced technology and of miraculous conquests and even of a vague idea on the way those marvels have appeared. The set of knowledge and methods, universal, and "ideologically neutral" that constitute modern science, reign above the understanding and challenge of society as a whole. We raise again the problem of the controversy of the socio-cultural versus individual-psychological nature of creativity. In this case, individual behavior is substituted by the behavior of a minority identified by a set of deceptions, common background, and interests. More than a controversy, this is in fact an internal conflict of Western civilization. It is very important in educational and scientific policies, especially in developing countries. Certainly, considerations of this nature are of fundamental importance for the questioning of the relationship between the educational system and the intensification of creativity, understood as a manifestation of a synthesis of natural elements.

I return now to the basic question of what constitutes scientific creativity. In other words, what causes science to advance? We can examine folklore and the accounts of Kakulé, Hadamard, Poincaré, and others to suggest the role of the unconscious in the process in scientific creation². In all the accounts we find a clearly defined structure that Morazé puts as *informare – cogitare – intelegere*³. There is a sense of being immersed in reality, in a global reality that includes the socio-cultural and natural medium.

This basically coincides with the position of Paul Feyerabend in his interesting and polemic sketch of an anarchistic theory of knowledge. He says that scientists do not solve problems using a magic wand of methodology or a theory of rationality. Instead it is because they study a problem for a long time, because they know the situation perfectly, because they are not

¹ Michel **Polányi**: *Personal knowledge*. London: Routledge & Kegan Paul, 1964.

² Arthur **Koestler**: *The act of creation*. London: Picador, 1975.

³ Charles **Morazé**: Literacy invention, in R. Macksey & E. Donato, eds., *The structuralist controversy*, Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1972; pp. 22-55.

foolish, and because the excesses of one scientific school are almost always compensated for by the excesses of others. Furthermore, scientists rarely solve their problems, they make a lot of mistakes, and many of their solutions are useless. Basically there is little difference between the process that leads to the pronouncement of a new scientific law and that which leads to a law of society: someone informs all the citizens, or at least those who are interested, others collect facts and precedents, the matter is discussed and finally they vote. While democracy strives to explain the process so that all can understand it, scientists hide it or distort it to conform to their sectarian interests. The problem is then one of legitimization of a process. The responsibility resides essentially in the pact between society and scientists, implicit since the parallel appearance of modern science, technology, and the concept of political interest, in the 17th century. This pact has led to the point of an almost total control by the stratocracy which resulted from interweaving modern science and technology with national, social and public interest that has been increasing since the 17th century, even becoming an incontestable force today. The renaissance of the pact between society and scientists and the efforts to bring this pact to new dimensions, focuses on more direct and immediate social interest. This brings back the commitment of Isaac Newton in saying that "Scientia ex usu conciliatur gratia". It suggests a reexamination of the scientific process itself and also on an examination of the strategies for developing societies. Certainly, these strategies are implicit in educational systems, which leads us to an analysis of educational practices and schooling.

I will now discuss the link between knowledge and power. The relationships among these categories of human behavior in Western culture are implicit in the conflict between the Creator and his creation in the Book of Genesis, which has permeated western thought. In fact, the concept of knowledge, primitively confused with wisdom, has become identified with the acquisition of facts, experiences, codes, and symbols accumulated by the human species. In this process of accumulation, abstract thought has been preponderant, opening the way to become what is today western thought. This sustains an ideology with profound implications in the social structure of the modern world. An analysis of the patterns of work production and consequently of forms of trade are of great importance in understanding the predominant social structure. An analysis of the forms of trade has to consider the question of how to connect, in the history of ideas, the concrete and material concepts of utility with the essentially abstract concept of value. In this connection one finds the appearance of money and the origins of monetary society, that marks western society and the distinction between intellectual and manual labor. In fact, there is the key to the privileged status of knowledge in the invasion, by Western civilization, of its rivals. An analysis of the relationship between manual and intellectual labor as a critique of epistemology made by Alfred Sohn-Rethel suggests the inherent nature of the search for power in the construction of the preponderant role of knowledge⁴. More specific examples of this are shown in the

⁴ Alfred Sohn-Rethel: *Intellectual and manual labor: A critique of epistemology*. New York: Humanities Press, 1979.

substitution of the concept of wisdom, in traditional African cultures, by the concept of knowledge, as has been discussed quite well by Kwasi Wiredu⁵. Also, examining the philosophical basis of the conquest and colonization of America, we recall the synthesis of the jurist Juan Lopez de Palacios Rubios at the beginning of the 16th century: "the infidels should, because of their ignorance, serve those who have wisdom, as servants to masters."

This leads us to the question of what kind of knowledge we are talking about. Everyone accepts that a global knowledge exists, general and structured in a certain way, following a special logic, a knowledge that is above the domination of a certain cultural group, and that we call *science*. Therefore, we encounter the necessity for alternative epistemologies when we want to explain alternative forms of knowledge. Although derived from the same natural reality, this knowledge is structured in a different way.

Our focus remains in between the history of science and cultural anthropology. Ethnoscience can be conceptualized as the study of scientific, and, by extension, technological phenomena in a direct relationship with their cultural, economic, and social formation. Particularly interesting is the case of mathematical ideas understood in this context. That is, of ethnomathematics.

Much has already been said about the universality of science. This concept of universality does not seem to be easy to defend, as has been shown by recent research carried out by anthropologists that provides evidence of typically scientific activities such as observing, counting, ordering, choosing, measuring, and weighing, being performed in more radical ways than is commonly taught in school systems. These observations have given the incentive for studies on the evolution of scientific concepts and mathematical practices in an anthropological and cultural structure. I feel that this has been done only to a limited and even timid extent. On the other hand, there is a reasonable quantity of literature on this matter, written by anthropologists. Linking the research of anthropologists and cultural historians to science and mathematics is an important step in the recognition of the different modes of thought that lead to different kinds of science, or to that which I call the **Programme Ethnomathematics**.

Almost nothing is known about the logic used in the Incan treatment of number, but it is known that the "quipus" represented a language that was mystical, quantitative, and qualitative. The concept of experience or experimental method is something that can be discussed. When we follow the strong argument of René Thom in favor of a Heraclitian position and his challenge in favor of theoretical reflection on what can be called "the experimental base of scientific knowledge" we have to admit the possibility of a new concept of experience. These observations invite us to an analysis of the history of science in a broader context, thus adding to it other forms of knowledge of natural phenomena. Let's go even farther in our considerations by saying that this is more than an academic exercise,

⁵ Kwasi **Wiredu**: *Philosophy and an African culture*. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.

once the pedagogical implications are clear, principally due to the recent advances in the theory of cognition, that show how culture and cognition are intimately related. Despite the indications of the strong link between the mechanisms of cognition and the cultural environment, a reductionist tendency that has its origins in Descartes, and that up to a certain point grew parallel to the development of science, attempted to dominate education until recently, recognizing and encouraging models of cognition that are free of culture. The recent recognition of the interpenetration of biology and culture opens a fertile field of research on culture and scientific cognition.

In order to do research effectively in this area it is necessary to develop a research method that assimilates and understands ethnoscience. This demands a mix of research methods from anthropology with research from the other sciences, a field of study that has been little cultivated. The social history of science, that aims to understand the influence of many of the socio-cultural, economic, and political factors in the development of science, is a theme that we judge essential, not as an exercise in itself, as some universities have been interested, but, yes, as the basis upon which we can understand the evolution of scientific knowledge.

The history of mathematics requires also a more global, holistic approach, not only through the consideration of methods, objectives, and contents of mathematical knowledge in solidarity, but principally through the incorporation of results of the anthropological discoveries. This is very different from what has been done, which is to analyze mathematical contents disregarding the context.

There are many implications for the research priorities in the history of mathematics, and even a counterpart in the development of mathematics itself. The distinction between science and mathematics and technology has to be interpreted in a different way. What was labeled as mathematics is the natural result of the evolution of the discipline with an economic, cultural, and social model, which cannot be separated from the main expectation of a certain socio-cultural group in a historical moment. Equally important are considerations about ideology, which is implicit in dress, dwellings, titles, and, of course, in ways of thinking, including the inherent logic of structured knowledge. Mathematics is intrinsically related to logics, which sustains the ideological roots of western civilization.

We assume, throughout the Programme Ethnomathematics, a broad concept of mathematics, that permits an analysis of common practices that are apparently unstructured forms of knowledge. This arises from a concept of culture that is the result of the hierarchization of behavior, proceeding from individual to social and then to cultural, and is based on the behavior model referred to in the cycle ... reality - individual - action - reality .. The concept of mathematics that results from this model permits the inclusion of what can be considered as marginal practices of a mathematical nature. Naturally, these common practices are imbued with ideological connotations rooted in the cultural texture of the group who uses them.

A complete understanding of these ideological connotations is what establishes the research program on alternative methodologies.

This is the theoretical framework which I propose to study the history of mathematics in Latin America. It is important in this study the adoption of a convenient chronology and the identification of sources.

MATHEMATICS IN COLONIAL TIMES IN LATIN AMERICA: A BRIEF SURVEY

In 1492 Christopher Columbus reached new lands navigating under the sponsorship of the Catholic Kings, Isabella of Castile and Fernando of Aragon. In 1500 the Portuguese Pedro Alvares Cabral reached the coast of Brazil. By the end of the first quarter of the 16th century, most of the territory known as the Americas had been conquered in the name of the Kings of Spain and Portugal. Immediately the establishment of colonies in the conquered lands took place.

We may say that the origins of mathematical knowledge is as yet an unresolved issue. It is difficult to disagree that the search for explanations (religions, arts and sciences), systems of values and behavior styles (communal and societal life), the psycho-emotional and the imaginary and models of production and of property are related to mathematical thinking. There is growing scholarship in the search of different styles and modes of building up knowledge in different natural and cultural environments, where the development of mathematical ideas is recognized. In the civilizations conquered and colonized by Europeans the development of mathematics ideas followed different paths from Europe, Asia and Africa. Reading the chroniclers of the conquest we easily recognize different ways of explaining the cosmos and the creation and of dealing with the surrounding environment. Religious systems, political structures, architecture and urban arrangements, sciences and values were, in a few decades, suppressed and replaced by those of the conqueror.

To study the development of European mathematics introduced in the conquered lands, we need a specific chronology.

My proposal is a chronology based on five major periods:

1. Pre-columbian;
2. conquest and early colonial times (roughly 16th and 17th centuries);
3. the established colonies (18th century);
4. independent countries (19th century);
5. the 20th century.

This division is justified when we look into the most relevant turning points in the development of the region. Of course, mathematical development is subordinated to the overall scenario of society.

We have also to take into account geographic divisions. For the pre-Columbian period, sources are available mainly for the Aztec, Maya and Inca civilizations. An enlarged concept of sources, mainly drawn from anthropologists, is needed to look into other civilizations, such as, for example, those of the prairies and of the Amazon basin. Much finer divisions, taking into account both political and cultural specificities, are needed for a special study of pre-Columbian mathematics. A similar situation occurs in studying traditional African cultures.

After the conquest of the Americas, the most appropriate is to follow the administrative organization in Viceroyalties: New Spain (roughly what is today Mexico and upper Central America), New Granada (southern Central America, approximately Costa Rica, Colombia, Venezuela, Ecuador), Peru (roughly Peru and Bolivia), La Plata (roughly what is now Chile, Paraguay, Argentina and Uruguay) and the Viceroyalty of Brazil, which was a Portuguese conquest.

The current political division of the regions in countries is practically the same as resulted from the independence movements since the 19th century.

In this paper I will not cover the developments in this period. For a brief introduction see my paper "Science and Technology in Latin America During the Discovery" in *Impact of Science on Society*, vol. 27, n° 3, 1977, pp. 267-274.

In the early colonial times, the Spanish and the Portuguese tried to establish schools, mostly run by Catholic religious orders. The demand for mathematics in these schools were essentially for economic purposes related to trade, but there was also an interest on mathematics related to astronomical observations. Reliance on indigenous knowledge was limited, but there was some interest in the nature of native knowledge.

An important source that justifies this assertion is the first non-religious book published in the Americas is an arithmetics book related to mining, the *Sumario compendioso de las quantas de plata y oro que en los reinos del Pirú son necessarias a los mercaderes y todo genero de tratantes. Con algunas reglas tocantes al arithmética*, by Juan Diez freyle, printed in New Spain in 1556. It is a book on arithmetics as practiced by the natives, to which the author adds some questions on the resolution of quadratics.

Other important source is the *Historia del Nuevo Mundo* [1653], by Bernabé Cobo⁶. The archives of the Jesuit missionaries, as well as of other religious orders, are rich in historic material, but they are as yet to be explored.

Already in the first century after the conquest, we have practical books published in Mexico, such as the *Arte menor de arithmetica*, by Pedro de Paz, in 1623, and *Arte menor de arithmética y modo de formar campos*, de Atanasio Reaton, in 1649. It is also to be noticed the book *Nuevas proposiciones geométricas*, written by Juan de Porres Osorio, in Mexico.

⁶ Bernabé **Cobo**: *Historia del Nuevo Mundo* [1653], Madrid: Atlas, 1964.

Astronomy was a major area of interest in Latin America in the 17th century. There are important discussions on the meaning of comets. Many of the interpretations related to their purpose of conveying divine messages and messages to mankind. In another words, these were search for scientific explanations. The figure of Don Carlos de Sigüenza y Góngora, of Mexico, towers. His works focus on astronomical observations and calculations. His *Libra astronómica y filosófica*, written in 1690, is considered one of the most important works of Latin American Science. In it Sigüenza y Góngora refutes prevailing astrological arguments about comets.

In Brazil, research on comets was of major importance. The same tone of the reflections of Sigüenza y Góngora we see in the work of Valentin Stancel (1621-1705), a Jesuit mathematician from Prague who lived in Brazil from 1663 until his death⁷. His astronomical measurements are mentioned in *Newton's Principia*⁸. Several polemical exchanges of letters and papers from these times reveal interesting epistemological arguments. Particularly revealing of the internal tensions in such established school of thought as the jesuit order is the reports on Stancel by his superior, Antonio Vieira (1608-1697), commenting on his views about the nature of comets⁹.

Also in the Viceroyalty of Peru we have the same concerns. The first to be recognized as a mathematician in Peru is Francisco Ruiz Lozano (1607-1677), who wrote *Tratado de los Cometas*, essentially a treatise of medieval mathematics explaining the phenomenon.

In late colonial times, since the middle of the 18th century, a good number of expatriates and *criollos* played an important role in creating a scientific atmosphere in the colonies. This happened under the influence of the *Ilustración* [Enlightenment], the important intellectual revival that began in Spain under Charles III and in Portugal under José I and his strong minister, the Marquis of Pombal¹⁰.

A number of intellectuals well versed in a variety of areas of knowledge were responsible for introducing mathematics to the colonies. These include Juan Alsina and Pedro Cerviño in Buenos Aires, who lectured on Infinitesimal Calculus, Mechanics and Trigonometry. In Peru,

⁷ See the paper by Juan **Casanovas** S.J. and Philip C. **Keenan**: The Observation of Comets by Valentine **Stancel**, a seventeenth century missionary in Brasil, *Archivum Historicum Societatis Iesu*, LXII, 1993; p.319-330.

⁸ Isaac **Newton**: *The Principia. Mathematical Principles of Natural Philosophy. A new Translation*, by I. Bernhard **Cohen** and Anne **Whitman**, Berkeley: University of California Press, 1999; p.927.

⁹ For details see the paper by Carlos Ziller **Camenietzki**: O Cometa, o Pregador e o Cientista. Antônio **Vieira** e Valentin **Stancel** observam o céu da Bahia no século XVII, *1º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia*, Ouro Preto, 1995 [to appear].

¹⁰ A recent book on the Marquis of **Pombal** brings new elements to understand Science and Mathematics in this period. See Kenneth **Maxwell**: *Pombal, paradox of the enlightenment*, Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

Cosme Bueno (1711-1798), Gabriel Moreno (1735-1809) and Joaquín Gregorio Paredes (1778-1839) are best known. I do not have access to details of their life and work.

In Brazil, José Fernandes Pinto Alpoim (1695-1765) wrote two books, *Exame de Artilheiros* (1744) and *Exame de Bombeiros* (1748), both focused on what we might call Military Mathematics, and both were written in the form of questions and answers. Not much is known of his life and mathematical work.

Where and with whom did they study? These are questions open for research.

In South America

Colombia had a privileged situation in the pre-independence days, which reflected in the developments in the 19th century. A rather distinguished figure was José Celestino Mutis (1732-1808), who was the author of an unpublished translation of Newton, but was also responsible for bringing to Colombia new ideas of mathematics in Colombia, mainly relying on the books by Christian Wolff. He was the founder of the *Observatorio de Bogotá*, in 1803. His most distinguished disciple, Francisco José de Caldas (1771-1816), became the director of the Observatory. Caldas was deeply involved in the Independence War and was shot by the Spaniards.

In Venezuela, a *Real y Pontificia Universidad de Caracas* was founded in 1721, with no Mathematics contemplated in its plan of studies.

In Chile, the *Universidad Real de San Felipe*, which was inaugurated in 1747 in Santiago, was provided with a 'catedra' of Mathematics. Fray Ignacio León de Garavito, a self-instructed *criollo* mathematician, was responsible for this chair.

The most significant developments of mathematics in Latin America in these days took place in Mexico. The preponderance of New Spain in the Americas in that period was responsible for effects of these developments in the rest of the Spanish colonies.

It is important to recognize that much of the development of Mathematics in Europe in the Renaissance was due to the incipient industrialization and to the emergence of new metropolises. The same is true in the colonies. Practical problems related to building up the economy of the colonies and establishing the centers of administrative power resulted in the development of special kinds of applied mathematics. In all the colonies in the Americas urbanization was a major challenge. The transfer of the idea of an European city to the new world posed quite interesting problems, which influenced mathematical development. A sort of mathematics applied the most immediate questions posed by the economy of the region, such as mines and urban development¹¹.

¹¹ See the book by José Sala **Catalá** *Ciencia y Técnica en la Metropolización de América*, Madrid: Theatrum Machinae, 1994. The author studies the problems posed by mining and the urban development of three cities: Mexico, Lima and Recife.

The influence of Mexico is particularly felt in Guatemala, which included Costa Rica. The most renowned scholar in the period is José Antonio Liendo y Goicoechea (1735-1814), who had a Mexican background. He taught at the *Universidad de San Carlos de Guatemala*, which had already become an important academic center after a new plan of studies was published in 1785. This plan was written in Latin in the form of 25 theses, under the title *Temas de Filosofía Racional y de Filosofía Mecánica de los sentidos, de acuerdo con los usos de la Física; y de otros tópicos físico-teológicos según el pensamiento de los modernos para ser defendidos en esta Real y Pontificia Academia Guatemalteca de San Carlos ...*¹². This was essentially a medieval proposition. Goicoechea was responsible for modernizing this plan of studies, incorporating experimental physics to the project. He introduced mathematics incorporating newtonian ideas, based on the texts of Christian Wolff.

The Viceroyalties of Nueva España, Nueva Granada, Peru, La Plata and Brazil achieved their independence in the first quarter of the 19th century. This period goes beyond the scope of this paper.

¹² "Themes of Rational Philosophy and of Mechanical Philosophy of the senses, according to the uses of Physics; and of other physical-philosophical topics following the thought of moderns to be defended in this Royal and Pontifical Guatemalan Academy of San Carlos..."



Mathematics Education and the denial of knowledge

For Peter Damerow on the occasion of his 60th birthday.

As a preamble

I see my role as an Educator and my discipline, Mathematics, as complementary instruments to fulfill my commitment to a better social order and more dignifying quality of life for the entire mankind. In order to make good use of these instruments, I must master them, but I also need to have a critical view of their potentialities and of the risk involved in misusing them.

I believe most mathematics educators and mathematicians share these views. No doubt, they are authentically concerned with quality of life and dignity for mankind. But sometimes the relations between our ideals and our professional practice are not clear. Particularly in mathematics, there is an acceptance that we are fulfilling our broad responsibilities if we do well our mathematics, thus instilling attitudes of rigor, precision and correctness in the student behavior. Undeniably true. But this is not enough. This must be subordinated to a much broader attitude towards life. This paper looks into the possibility of broadening this attitude. For this reason the paper asks for an ethics for our profession. What does this mean?

To be highly provocative, I invite people to reflect about the fact that most despicable human behavior in recent times has cultural development, particularly excellence in Mathematics. Let me make it very clear that this is not an insinuation of an intrinsic malignity of Mathematics. But it is clear that Mathematics has been a companion in the historical events, which we all criticize. To realize this depends on the way we understand how deeply related are Mathematics and human behavior. These questions are normally untouched by Mathematicians, Historians of Mathematics and Mathematics Educators.

Let me make very clear that I see Mathematics playing an important role in achieving the high humanitarian ideals of a new civilization with equity, justice and dignity for the entire human species without distinction of race, gender, beliefs and creeds, nationalities and cultures.

The life and the work of Peter Damerow have been devoted to pursuing these ideals.

Some general remarks

This paper deals basically with the global responsibility of Mathematics Educators. The guiding question is "What are our commitments to mankind as Mathematics Educators?"

Some 25 centuries ago, the Greek philosopher Hippocrates proposed an oath, which has been adopted by the medical professionals when they graduate in the modern Western universities. Although both Education and Mathematics exist in every culture since immemorial times, even before Hippocrates, we, professionals of Mathematics Education, do not have a similar oath. Essentially, we have not been explicit in our practices about a comprehensive ethics for our profession.

Our commitment to children is to convey a broad view of the world and of mankind in general. This is not disputable among those Mathematics Educators who recognize and respect all cultures. Hence, it is important to regard children as individuals with hopes and expectations of a future, which reflect their own individual and cultural history. We can hardly exert our profession without a reflection about the future and a perception of the state of the world, and a serious concern about mankind as a whole. This is essential to help children to acquire a consciousness of their position in the world.

The following questions are thus essential for educators: what do we know about the children we are teaching and their cultural background? What do we know about the future? What is the state of the world? What does it mean "mankind"? What is our role, as teachers, in influencing the future?

These questions have partially guided the preparation of teachers. Psychology and Learning, Curriculum Development and Sociology became part of teacher training programs as a response to these questions. Regrettably, usually there is no explicit mention of the general objectives, which justify the presence of these subjects in the curriculum. All these disciplines, particularly in programs of Mathematics Education, have a propaedeutical character, with much emphasis given to contents and methodology and less attention to overall objectives.

Although disciplines are part of the structure of school systems and represent the object of our pedagogical action, they should be regarded as tools in the acquisition of new knowledge. It is very difficult to avoid the traditional approach, which is focused on disciplines, since they are part of our intellectual history. But we have to escape the boundaries imposed by the disciplines and by centrist visions of history.

Unsatisfaction with the state of the world

The state of the world is disturbing. It is common to express the discontentment, in fact the disenchantment, with the course civilization is taking by chastising Science and Technology,

which are recognized as the embodiment of modern society. Science and Technology are thus blamed for the malaise of humanity. Mathematics is obviously directly affected by these trends.

Criticism is faced with a mounting reaction. It is difficult to deny that Modern Science tries to organize facts under principles and laws and that Western thought has been focusing on experiences, which under specifiable conditions are available to everyone. This has been interpreted as opening doors to anti-science and a defensive attitude almost invariably follows. Anti-reductionism, irrationality and pseudo-sciences are labels frequently used. This is clear in the recent book by Carl Sagan cautioning about the lure of new directions in inquiry. In his denouncement of the "new Dark Age of irrationality", Sagan claims, "Each field of science has its own complement of pseudo-science. Geophysicists have flat Earths, hollow Earths, Earths with wildly bobbing axes to contend with, rapidly rising and sinking continents, plus earthquake prophets. Botanists have..."¹

A similar argument is sometimes used in referring to contextualized learning, particularly Ethnomathematics. The crux is the challenge to the prevailing system of knowledge.

Knowledge and the social, political and economical order

To challenge knowledge, both scientific, religious, socio-political and historical, does not mean retrogress. It has always been a coherent response to the state of society and it can be understood if we look into the full cycle of knowledge from a historical perspective. The essence of these biases is the argument that Science is an object of knowledge of a different nature, in the realm of the ratioïd. But indeed we see that epistemological biases are instruments developed to justify the prevailing socio-political and economical order. This is particularly strong in Mathematics.

Knowledge is generated by individuals and by groups, and is intellectually and socially organized, and diffused. This full cycle of generation, organization and diffusion of knowledge intertwines needs, myths, metaphors, and interests. Like every other animal species, *homo sapiens* developed strategies of hierarchical power. Intrinsic to hierarchical power is the control of knowledge.² The usual concept of power leads to the notion of "empowerment". The trap of empowerment is to be satisfied with ascending the ladder of hierarchical power, a most subtle instrument of domination. Sharing knowledge is essential for the survival of the group (family, tribe, society). But to maintain hierarchical power, knowledge is dispensed

¹ Carl Sagan: *The Demon-Haunted World. Science as a Candle in the Dark*. New York: Random House, 1996; p. 43.

² A discussion of power related to knowledge, in particular mathematical knowledge, can be found in Sal Restivo: *The Sociological Worldview*. Cambridge: Basil Blackwell, Inc., 1991.

through filters.³ As a consequence we have the denial of access to the full cycle of knowledge.⁴

The matter is essentially political. There has been reluctance among mathematicians, to an extent among scientists in general, to recognize the symbiotic development of mathematical ideas and models of society. Mathematics has grown parallel to the elaboration of what we call Modern Civilization. This is amply recognized. Mary Lefkowitz says "the evolution of general mathematical theories from those basics [mathematics of Egyptians, Sumerians and others] is the real basis of Western thought"⁵. In the discussion about the current state of the World, it is not so important that Lefkowitz says that the Egyptians, the Sumerian and other civilizations were ahead of the Greeks, but the contribution to build up general mathematical theories was indisputably Greek. The fact is that Mathematics, as it is recognized today in the academia, developed parallel to Western thought (philosophical, religious, political, economical, artistic, cultural). They belong to each other.

Questioning systems of knowledge

When we question the current social, economical and political order, we are essentially questioning the righteousness of Western Civilization in face of a real threat to its continuation. How is it then possible to avoid questioning its pillars, Science and Mathematics? How can the questioning of these pillars be closed to non-scientists and non-mathematicians? The resource to arguments of authoritative competence leads to intimidating language and to passionate arguments. How can we reach the new by refusing, discouraging, rejecting, denying the new? Indeed, a subtle instrument of denial is discouragement through intimidation. Language plays an important role in this process, as every schoolteacher knows. In mathematics, the use of a formal language inherent to it has been a major cause of determent.

The organization of this language is the realm of epistemology. Epistemologies and histories, the same as norms, differ from group to group, from society to society, and are incorporated in what is called culture. The crux is the dynamical process of encounters of cultures and the resulting mutual expositions, which underlie the construction and reconstruction of knowledge and the maintenance, substitution, dissolution and modification of epistemologies and norms. When authority dominates this process, as it was the case in the colonial process and indeed characterizes conservative schools, the outcome is unavoidably

³ See Ubiratan D'Ambrosio: "The cultural dynamics of the encounter of two worlds after 1492 as seen in the development of scientific thought" in *Impact of science on society*, n° 167, vol. 42, n°3, 1992; pp. 205-214.

⁴ A caricature of this denial is in the story of L. Frank Baum: *The Wizard of Oz* (1900). The medal, the ticker and the diploma are symbols [filters] to denote courage, heart and brain.

⁵ Interviewed by Ken Ringle, *The Washington Post*, June 11, 1996.

contest. The problem resides with authority and the denial of participation in the dynamical process.

Social and political scientist Marcus G. Raskin and physicist Herbert J. Bernstein, in their analysis of the linkage between knowledge generation and political directions, claim that "science seeks power, separating any specific explanation of natural and social phenomena from meaning without acknowledging human attributes (such as love, happiness, despair, or hatred), the scientific and technological enterprise will cause profound and debilitating human problems. It will mask more than it tells us about the universe and ourselves."⁶ The criticism inherent in reestablishing the lost connection of the sciences, technology and human values is causing unavoidable conflicts. This is no less true about Mathematics, in which the acknowledgement of human attributes is conspicuously absent in its discourse.

This has not been so in the course of history. Mathematics, the same as the other sciences, used to be impregnated with religious, as well as social and political considerations. Current Epistemology and History, and above all the educational framework, were constructed to justify the prevailing socio-political and economical order, in which we recognize different "theories of science". Imre Lakatos proposed, in a seminal work,⁷ three main currents:

1. Skeptical, represented mainly by Paul Feyerabend, claiming that any system of knowledge is as good -- or as bad -- as any other.
2. Demarcationist, represented mainly by Popper and the same Lakatos, which essentially distinguishes between good science and bad science and while they recognize that scientific results are mutable, the methodology is, like religion, doctrinal.
3. Elitist, represented mainly by Kuhn and Polanyi, which essentially claims that only scientists can distinguish and establish criteria for telling good science from bad science.

Mathematics usually finds its explanation in 2 and 3, in which the world of ideas prevail. Raskin and Bernstein add a fourth explanatory direction:

4. Reconstructivist, which views science as a humanistic activity and looks for its roots in faith and political power.

I see in all these directions a limitation, lessened but still present in 4, in failing to recognize that the generation of knowledge is the result of a complexity of sensorial, intuitive, emotional and rational factors. We are "informed" by these factors and process the information in a way as yet unknown in the stage of knowledge of how the human mind

⁶ Marcus G. Raskin and Herbert J. Bernstein: *New Ways of Knowing. The Sciences, Society, and Reconstructive Knowledge*. Totowa: Rowman & Littlefield, 1987; p. 78.

⁷ Imre Lakatos: *Mathematics, science and epistemology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1978; p. 107.

functions. This holistic approach to knowledge owes much to artificial intelligence, biology and sociobiology.⁸ [8]

Although it has been common to place Mathematics in 2 and 3, the growing movement of Humanistic Mathematics gives new breadth to the reflections about mathematical knowledge.

Let us now examine the question of political power. We read that in the USA only 35% of students said they spent six or more weeks studying or doing homework during senior year in high school and that 33.9% students report being bored in class. There is no point in claiming that about half of the current generation is intellectually "lost". The problem does not reside in youth, but in school, even more in society. As Fred M. Hechinger puts it, "The drift toward a society that offers *too much to the favored few and too little to the many* inevitably raises question among young people about the rewards of hard work and integrity (italics are mine)."⁹

Thus we see the real problem facing education as political, essentially the result of an unequal distribution of material and cultural goods intrinsic to modern economy. There is no need to elaborate on these issues; it is enough to refer to a number of sources where we find discussion of property, production and global issues in modern society.¹⁰

Some readers will claim that this has not much to do with Mathematics and less with Mathematics Education. I claim these issues have everything to do. These relations have been deviated from discussions of Mathematics Education. The cultural consumerism practiced in schools and the academia has been efficient in trimming processes and focusing only in results. Mathematics and History of Mathematics are delivered as frozen systems of knowledge.

⁸ See Ubiratan D'Ambrosio "Uniting Reality and Action: A holistic approach to Mathematics Education" in *Teaching Teachers, Teaching Students*, Lynn A. Steen and Donald J. Albers eds., Boston: Birkhäuser, 1981; pp. 33-42. I am particularly indebted to Norbert Wiener: *Cybernetics: Or Control and Communication in Animal and the Machine*, New York: John Wiley & Sons, 1948; Humberto R. Maturana & Francisco J. Varela: *The Tree of Knowledge. The Biological Roots of Human Understanding*, Boston: Shambala Publications, Inc, 1987 and Charles J. Lumsden and Edward O. Wilson: *Genes, Mind, and Culture. The Co evolutionary Process*, Cambridge: Harvard University Press, 1981.

⁹ Fred M. Hechinger: *Fateful Choices. Healthy Youth for the 21st Century*. New York: Hill and Wang, 1992; p. 206.

¹⁰ See for example Ubiratan D'Ambrosio: "Economic Development and Global Financial Institutions: Basis for a Restructuring" in *Proceedings of the 46th Pugwash Conference on Science and World Affairs* (to appear); it is also interesting the book by Avishai Margalit: *The Decent Society*, Cambridge: Harvard University Press, 1996. The International Network of Scientists and Engineers for Social Responsibility/INES offers a good electronic forum for discussion of these basic issues (<http://www.mindspring.com/~us016262/ines.html>).

There have been few writings about values attached to Mathematics and even less about the moral quality of our action. Usually these appear in the context of Mathematics Education when goals and objectives are discussed. These practically ignore, revealingly, deeper issues relating to man and society and the political role of Mathematics Education.

To search for a correlation between the current state of civilization and mathematics has been uncommon among mathematics educators. Particularly the political component, which was so well studied by Paulo Freire, Michael Apple, Henry Giroux and others with respect to education in general, seem to have drawn less attention of Mathematics Educators. Even less has been done with respect to employability. An explicit reference to this important aspect of societal life was made the science educator Michael R. Matthews: "There is a fiscal crisis of the State, and a structural unemployment crisis. Increasingly, there will be a small percentage of people whose labor time is virtually priceless and a vast percentage whose labor time is basically worthless."¹¹ Indeed, we are cheating our youth in insisting on the traditional curriculum. Probably the best research in this field is due to Paul Willis, who shows how the practices in schools inculcate conformist ideology and the normality of prevailing social order.¹² Willis does not refer specifically to Mathematics. The unpublished dissertation of Adriana Marafon refers to family and work relations in this inculcation process, which is a subtle form of denial.¹³ Strangely, the educational proposals of Robert B. Reich have not drawn attention of mathematics educators.¹⁴

Research done by Sociologists of Science has been more focused on the relations of Science and Society. But the new field of Social Studies of Science has been chastised. Alan Sokal drew much attention to the theme in a hoax published in one of the cherished journal of the postmodern critics.¹⁵ The polemic thus started, which has been called the "Science War", is not different from those focusing afrocentrism and feminism. The polemic reveals that, while

¹¹ Michael R. Matthews: *The Marxist Theory of Schooling. A Study of Epistemology and Education*, Atlantic Highlands: The Humanities Press, 1980; p. 197.

¹² Paul Willis: *Learning to Labour: How Working Class Kids Get Working Class Jobs*. Farnborough: Saxon House, 1977.

¹³ Adriana C.M. Marafon: *A Influência da Família na Aprendizagem da Matemática [Family Influences in the Learning of Mathematics]*, Unpublished dissertation, Universidade Estadual Paulista/UNESP, Rio Claro, 1996.

¹⁴ Robert B. Reich: *The Work of Nations. Preparing Ourselves for 21st-Century Capitalism*. New York: Vintage Books, 1992.

¹⁵ See the polemics around the article by Alan Sokal published in *Social Text*, chastising postmodernism, particularly Sociologists of Science, and also the article by Steven Weinberg: "Sokal's Hoax", in *The New York Review of Books*, August 8, 1996, pp.11-15. Particularly interesting are articles by Michael C. Sullivan, "A Mathematician Reads Social Text" in *Notices of the AMS*, v.43, n.10, October 1996, pp.1127-1131, and Evan M. Harrell II, "A Report from the Front of the 'Science Wars'" in the same issue, p. 1132-1136. The exchange of letters between Noam Chomsky and Marcus G. Raskin, printed as Chapter 4 in the book in note 6 above, pp. 104-156, is also very illustrative.

the theme is scientific knowledge and the abusive use of a hermetic language by postmodern critics, the deep issue is a political one, which goes much beyond the national arena. It is not irrelevant that the television debate between candidates Clinton and Dole, on October 6, 1996 revealed an insistence of Senator Dole on using the word "liberal" as a form of attacking the policies of President Clinton.

Mathematics, rationalism and ideology

To a great extent, the polemics around the postmodern discourse of sociologists of science reflects the ideology intrinsic to words. Indeed, language has been in the course of history the main instrument in denying free inquiry. There is an implicit intimidating instrument in the language of academia and society in general. One must be reminded that the major confrontations of the sixties started with the free speech movement. This affects particularly schools. Although considering it to be of fundamental importance, particularly for Mathematics Education, I will not get into discussions about bilingual education.

It comes to my mind the case of a schoolteacher who asked children to draw a color picture of a tree seen through the window of a classroom. Jane came with a tree painted red. The teacher corrected the child, even suggested to the parents that Jane might have a vision problem! A few days later the teacher was sitting in the same place as Jane was, at the same time of the day, and the Sun was in the same position. The teacher saw the tree red.

Many say that this example is misleading, since it does not deal with objective reason. Indeed, as math teachers we have to teach objective reason, to stimulate rational thinking among our students. But human mind is a complex of rational, emotional, intuitive, sensorial perceptions, involving all at the same time. Maybe we have been emphasizing too much the rational component and denying and even rejecting and repressing the others. It is not uncommon to see a child punished for being "too happy" in the classroom. And we always know of teachers saying to a boy "Stop crying. Men do not cry!" Is it possible to build knowledge dissociating the rational from the sensorial, the intuitive and the emotional? I believe this is a very important aspect of the History of Mathematics, which has been practically ignored. And of course it is very important in learning.

There has been a resurgence of interest in the intuitive, sensorial (hands-on projects) and affective aspects in Mathematics Education but, as yet, not in the development of Mathematics. How do emotions play a role in Mathematics? What had Gustave Flaubert in mind when he wrote "Mathematics: the one who dries up the heart"?¹⁶

The reaction I usually hear to these comments is: "But Mathematics is the quintessence of rationalism." Indeed, much of the polemics going on relate to the prevailing acceptance of

¹⁶ Gustave Flaubert: *Bouvard et Pecuchet with the Dictionary of Received Ideas*, London: Penguin Books, 1987.

the superiority of rationality over other manifestations of human behavior. This was one of the main concerns of the mathematician-writer Robert Musil in his masterpiece *The Man Without Qualities*. Commenting on scientists and engineers, the main character Ulrich says, "why they do seldom talk of anything but their profession? Or if they ever do, why do they do it in a special, stiff, out-of-touch, extraneous manner of speaking that does not go any deeper down, inside, than the epiglottis? This is far from being true of all of them, of course, but it is true of a great many...; They revealed themselves to be men who were firmly attached to their drawing-boards, who loved their profession and were admirably efficient in it; but to the suggestion that they should apply the audacity of their ideas not to their machines but to themselves they would have reacted much as though they had been asked to use a hammer for the unnatural purpose of murder".¹⁷ Musil's oeuvre anticipates the intellectual framework of Nazi Germany, in which he identifies incapacity to tolerate pluralism. Indeed, much of the reactions against irrationalism are mixed with a latent emotional incapability of accepting the different. The denial of access to knowledge is a strategy for the exclusion of the different.

We are living very interesting times of challenge of systems of knowledge, which have been generated to give to the prevailing social, economical and political order a character of normality. Inspirational reflections and research, which are the bases of both the religions and the sciences, are essentially a process of dismantling and reassembling systems of knowledge with the undeniable purpose of justifying the prevailing order. Religion and Science have focused in giving a sense of normality to prevailing human individual and social behavior.

Survival and transcendence

We are primarily individual human beings fully integrated in mankind and in nature in general. As individuals we have to relate with nature in order to survive and to relate with the different other (woman/man), which is essential to give continuity to the species. The essential encounter with the different other is the first step towards social relations. Thus social behavior (relations with others, different) takes shape and gives rise to society. The survival of every species depends on the relation with nature, which is regulated by ecological principles. To understand the human being, as well as other species, depends essentially on the analysis of the triad [individual--other(society)--nature] and of their relations.

This is the objective of several disciplines and interdisciplines. Great progress in this direction has been made by Sociobiology and Ecology. A full perception of the triad and the mutual implications depends on a holistic approach.

¹⁷ Robert Musil: *The Man Without Qualities*, transl. Eithne Wilkens & Ernst Kaiser (orig. pub. 1930). New York: Perigee Books, 1980; p.38.

Our species developed, in a much larger scale than any other species, intermediacies in these relations. Instruments and technology to intermediate the relation individual—nature; emotions and culture to intermediate the relation individual—other(society); production and division of labor to intermediate the relation society—nature.

The possibility of human beings (substantive) being human (verb) depends on the capability of managing these intermediacies, which cannot be dealt separately. The fundamental problem in this capability is the relation between brain and mind. It is possible to know much about the human body, its anatomy and physiology, to know much about neurons and yet know nothing why we see something red. This gives rise to the modern theories of consciousness, sometimes referred to as the last frontier of scientific research.¹⁸

Through a sophisticated communication system and other organic specificities, our species probes beyond the span of one's existence, before birth and after death. This search outside the limits of lifetime is called transcendence. The symbiotic drives towards survival and transcendence constitute the essence of being human and regulate the relations between elements of the triad [individual—other(society)—nature].

It is a mistake to claim, as many mathematicians do, that this refers to other forms of knowledge and that Mathematics has little to do with these developments.

The relations between individual, other (society) and nature generate individual and social behavior. In the human species the intermediacies play a fundamental role in the development of individual and social behavior and of knowledge, which is the means of accessing the intermediacies.

The challenges and counter-challenges, for example Science Wars, Math Wars¹⁹, we are witnessing a growing defensive posture, trying to contain the wave of discontent. For generations and generations access to facts have been controlled by moral and material instruments, among them norms and codes, language and literacy, under systems such as religions, sciences and technology. Paradoxically, the same instruments, which were fragmentarily constructed to preserve the prevailing order, have become so complex that they are no longer effective and became increasingly permeable. A traditional Spanish refrain says *Cría cuervos y ellos te comerán los ojos*. The creature escapes the control of the creator. Metaphors like Adam, Frankenstein, Hal of "2001", the androids of the "Blade Runner", all point into this direction.

¹⁸ Theories of consciousness also give rise to several academic controversies. See for example the review of the book by David J. Chalmers: *The Conscious Mind. In search of a fundamental theory*, Oxford University Press, 1995, made by David Papineau, entitled "A universe of zombies?" and published in *The Times Literary Supplement*, June 21, 1996, pp.3-4.

¹⁹ "Math Wars" is used to refer to the polemics involving some mathematicians and mathematics educators. Its height came in an Open Letter to the U.S. Secretary of Education Richard Riley, published in *The Washington Post*, November 18, 1999.

The new technologies of communication and information flow through barriers. Boundaries and property are questioned because they cannot be kept, national and international finances are in disarray because money — invented as a representation for real goods — became fictitious. To look into these historical facts may be a hint to deal with increasing school evasion. Interestingly, the more and more frequent analyses of evasion in the media and fiction literature are giving a broader perspective on the problem than the academic analyses, which are practically immobilized by obsolete research methodologies.

Survival and transcendence have been, throughout history, the roots of conflicts, which develop into confrontation, violence and submission, of individuals and of nature.

Ethics

The big challenge is to be able to deal with conflicts, which are intrinsic to life. To survive, a cell depends on the death of another; a plant or animal dies to nourish others. To transcend, individuals frequently follow different paths. The continuation of the species depends on our capability of resolving these conflicts without confrontation, submission or elimination.

It is an undeniable right of every human being to share all the cultural and natural goods needed to her/his material survival and intellectual enhancement and transcendence. This is the essence of the Universal Declaration of Human Rights (1948), to which every nation is committed. The educational strand of this important profession on mankind is the *World Declaration on Education for All* (1990), to which 155 countries are committed. Of course, there are many difficulties in implementing the United Nations resolutions and mechanisms. But this is, as yet, the best instrument available that may lead to a planetary civilization, with Peace and dignity for the entire mankind. Aren't these the most fundamental principles to which we subscribe? Regrettably, these documents are unknown to most Mathematics Educators.²⁰

It is not possible to relinquish our duty to cooperate, with respect and solidarity, with all the human beings, who have the same rights, for the preservation of all these goods. This is the essence of the ethics of diversity: respect for the other (the different); solidarity with the other; cooperation with the other. This leads to quality of life and dignity for the entire mankind.

It is undeniable that Mathematics is well integrated into the technological, industrial, military, economic and political systems of the present world. Indeed, Mathematics has been relying on these systems for the material bases of its continuing progress. We may say that Mathematics is intrinsic to today's culture. It is natural for us, as Mathematicians and Mathematics Educators, to give some thought to the role of Mathematics Education in

²⁰ *Education for All. Roundtable Themes*, 3 vols. Sheila M.Haggis, Paul Fordham and Douglas M. Windham, eds. Paris: UNESCO, 1992.

achieving a better social order and more dignifying quality of life. So, we are led to examine History of Mathematics as related to World History.

In order to appreciate its real significance and importance of Mathematics in different cultures and different times, Mathematics has to be viewed through what might be termed "cultural lens". It is hoped that this approach will illuminate many areas of mathematical thought and indicate new directions of research. As a result, we may better understand the implications of mathematical research, its contents and the pedagogical methodologies in the achievement of Peace in its several dimensions: military peace, social peace, internal (individual) peace, and environmental peace. This is essential for building up a civilization, which rejects inequity, arrogance and bigotry, which are essentially violations of Peace understood in its several dimensions. This leads to the search for a Mathematical Ethics.

Research pursued by mathematics educators is essential to open up a new dimension in our practice. It is practically impossible to have a complete and structured view of the role of Mathematics in building up our civilization, so intertwined has been Mathematics development and other forms of human behavior in the history of mankind.

It is a research priority to probe into the history and geography of human behavior. This is new, mainly when we look into mathematics. The researcher has to find his own paths in the measure he advances in the search. The course of the history of mankind, which cannot be separated from the natural history of the planet, reveals an increasing interdependence of cultures and civilizations and of generations, crossing space and time.

It will not be surprising to see space and time as the key ideas behind mathematics, as well as the key ideas behind human behavior. This is seen particularly in the traditions emanating from the Mediterranean. Thus, one might say that Western civilization is an elaboration of ways of dealing with space and time.²¹

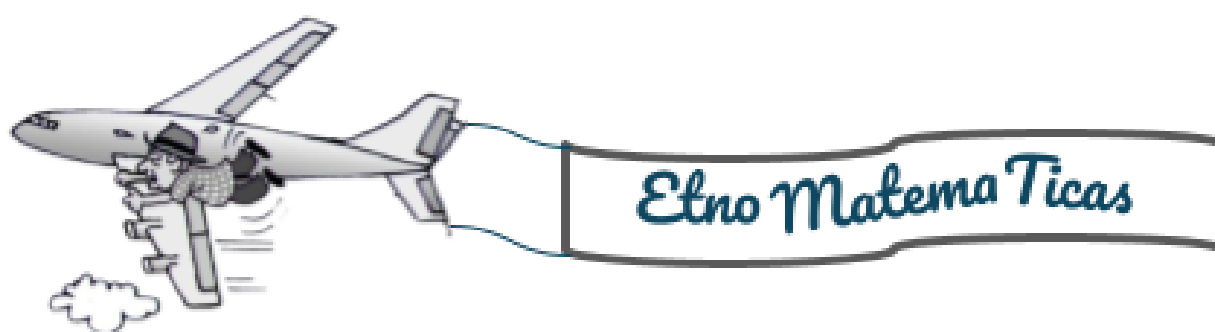
The course of the lifetime of an individual adds personal and cultural experiences, which are reflected in the individual behavior. The teacher cannot be a mere transmitter of frozen knowledge, as well as a mathematician cannot be a mere creator of new mathematical results and theories. Both have to cope with these individual and collective histories. Particularly important is a new role for the teacher, which is to be a researcher in her/his working environment, the classroom.

As a conclusion

Quite unusual as a piece on Mathematics Education, many will say. But if we do not accept, very clearly and unequivocally, our general and global professional commitments subordinated to a global ethics such as proposed above, we will not be able to engage in a

²¹ See *Sanctity of Time and Space in Tradition and Modernity*, edited by A. Houtman, M. J. H. M. Poorthuis and J. Schwartz, Leiden: Brill, 1999.

deeper reflection of our role as mathematicians and mathematics educators. And we will not be able to fulfill our role in achieving the high humanitarian ideals of a new civilization with equity, justice and dignity for the entire human species without distinction of race, gender, beliefs and creeds, nationalities and cultures.



Parte III

*Retrospecto, concepção
e elaboração do e-book*



Ubi - e a Etnomatemática - na Web: retrospecto, concepção e elaboração do e-book

Olenêva Sanches Sousa

Valdemar Vello, em 2021, enviou-me um documento de 470 páginas com todo o conteúdo indisponível do *site* Etnomatemática do Google. Era sua terceira alternativa ver comigo como reabrir o baú *Ubi na Web*. Recebi o material que já tinha sido reorganizado a partir do *Site oficial de Ubiratan D'Ambrosio* de 1996, que mantinha o baú aberto ao público, alimentado de porções de textos enviados pelo autor, até sua extinção pelo UOL.

Estava posto o desafio: publicar um *e-book* constituído do mesmo conteúdo republicado na década de 2010 de outro já publicado duas décadas antes. A quem pode interessar?

São memórias a quem acessava os artigos regularmente desde o início, como eu, e lamentava a sua indisponibilidade na *internet*. Mas é um baú de novidades aos atuais pesquisadores e educadores etnomatematicamente afins que buscam compreender as origens da epistemologia do Programa Etnomatemática. Para ambos os casos, este pode tornar-se um livro de cabeceira.

Mas chegará o tempo em que o que está contido e defendido nesta obra já estará posto em prática. Mesmo assim, ela ainda terá seu lugar de importância histórica. Nesse tempo, certamente, muitos poderão rir da obviedade da concepção etnomatemática. Oxalá!

Ubi na Web: costura e viés. *Ubi na Web* emerge de vieses de energias e de grande sinergia que merecem destaque. Qualquer ordenação é um risco, mas ...

Primeira e principalmente, estão as ideias *ubianas* - d'ambrosianas - escritas e transcritas por aproximadamente uma década, entre os anos 1990 e 2000. Igualmente, está o acesso de Ubi na Web - do pensamento e do pensador Ubiratan D'Ambrosio - graças à visão prospectiva de Valdemar Vello, no companheirismo desde o início do movimento da Etnomatemática, que implicou amizade e, especialmente, no pioneirismo de jogar Ubi na rede, seguro de que toda riqueza que Ubiratan lhe passava, atendendo à sua solicitação, deveria ser amplamente difundida e ter paragens nas pesquisas, nos processos pedagógicos e comunidades em geral.

Quem conheceu Ubiratan sabe de seu entusiasmo pelo que fazia. Vello é do mesmo modo. Ubiratan passou a enviar disquetes¹ pelos Correios com suas produções: artigos, prefácios, conferências, entrevistas... Ambos estavam encantados com a *web* no Brasil e suas possibilidades. Vello criou o *site Movimento Etnopedagogia*, no qual reuniu grandes pensadores. Para Ubiratan, Vello disponibilizou o artigo “Etnomatemática: um programa”² e, além disso, o *Site oficial de Ubiratan D'Ambrosio*, um grande diferencial no meado da década de 1990, cuja hiperligação dava acesso aos 50 textos que compõem este *e-book*.

Parece-me dispensável comentar sobre a importância deste *site* para a consolidação do Programa Etnomatemática e para que muitas pessoas conhecessem e referenciassem Ubiratan D'Ambrosio e a Etnomatemática em trabalhos teóricos e práticos e pedagógicos.

Quem conheceu Ubiratan sabe de seu respeito para com as pessoas e do seu compromisso com a coerência teoria-prática: humildade da busca, *respeito-solidariedade-cooperação; ética da diversidade*; (auto)liberdade epistemológica... E os seus “seguidores”, muitas vezes atraídos por sua coerência teórica, estabeleciam laços sem amarras. Entre amigos e família, este *e-book* expressa esses laços, ao contar com a vasta experiência editorial do parceiro Valdemar Vello, o envolvimento direto de Maria José D'Ambrosio, esposa de Ubiratan, e de seu filho, Alexandre, a colaboração de Pedro Sousa Lacerda, meu filho, a intervenção de Luciano de Santana Rodrigues, as respeitadas revisões de Rosane Souza Vilaronga.

Ubi na Web costura carinhos, afetos, admirações, dedicações, famílias, amizades e seus vieses fortalecem e renovam os laços ao “relançamento” do conteúdo deste *e-book* na rede.

Motivações para “O resgate de Ubi na Web”. Não são poucas as nossas justificativas para a republicação deste conjunto de 50 textos de 30 a 20 anos atrás como *e-book*, mas vários motivos, incluindo a perda de nosso querido mestre-amigo, levaram-nos a delongar a edição do *e-book* por três anos.

No início de 2021, organizávamos, entre amigos, um tributo internacional a Ubiratan D'Ambrosio sobre sua pessoa e contribuições, com a participação dele, promovido pelas comunidades virtuais EtnoMatemaTicas Brasis e Matemática Humanista. Em 12 de maio, falece Ubiratan, deixando-nos imenso legado e a grande responsabilidade de fortalecê-lo e difundi-lo. Nós, os amigos, com o apoio de Maria José e Alexandre, decidimos manter e

¹ Disquete ou disco flexível, segundo o Grande Dicionário Houaiss *on-line*, é um “meio removível de armazenamento magnético constituído por um disco de material plástico flexível revestido por uma camada magnética”.

² D'Ambrosio, Ubiratan. Etnomatemática: um programa. **A Educação Matemática em Revista**, SBEM, n. 1, 2º sem. 93, 1993, p. 5-11. O artigo era pertinente ao *site*, portanto, também a esta obra.

ampliar o evento, incluindo memórias, quando nos surpreendemos com a indisponibilidade - de novo - do novo *site* de Ubiratan. “O que houve, Vello?”

Aproximamo-nos muito nos encontros do Grupo de Amigos de Ubiratan (GAU). Assim, quando busquei por Vello, descobri que ele guardava o conteúdo à espera de uma próxima oportunidade. Por coincidência, em 20 de junho de 2021, meu aniversário, Vello me envia dois *e-mails*, um com uma imagem de Ubiratan para usar no tributo, trabalhada por ele (figura 1), e outro de assunto “Ubi completo”. Por telefone, complementa o presente dizendo que eu faça o melhor do material, e acordamos que seria um *e-book*. Sugere *Ubi na Web*, mesmo título de seu miniartigo na carinhosa publicação GAU (2016)³.

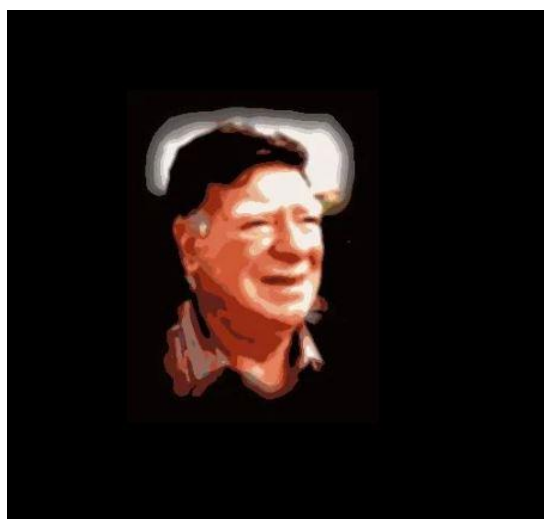


Figura 1: foto de Ubiratan.

Parece-me oportuno observar que, de um modo geral, individual e coletivamente, pessoal, acadêmico e profissionalmente, Ubiratan buscava exercer o que defendia: transculturalidade e transdisciplinaridade. Ele experimentava esse caminho à luz do Programa Etnomatemática apontando para os objetivos maiores das Ciências e da Educação, para a Justiça Social e para a Paz. A sua ousada maturidade nas incansáveis defesas e a sua determinação foram decisivas ao que é, hoje, o Programa Etnomatemática, um programa de pesquisa epistemologicamente arraigado nas culturas acadêmica e escolar, nas lutas por direitos humanos e por manter conviventes, ética e respeitosamente, as diversas culturas e conhecimentos.

Como coorganizadora responsável pelo relato da retrospectiva, concepção e elaboração deste e-book, reconheço a complexidade da obra que nada tem de inédito, exceto pela forma definida como definitiva para este conjunto de Ubi na Web. Além disso, *Ubi na Web* não representa, de modo algum, um pacote de textos d’ambrosianos. Pelo contrário, o

³ GAU. **Igual a ele só tem um** - Ubiratan D’Ambrosio. São Paulo: Expressão & Arte, 2016.

conteúdo deste *e-book* expressa um processo delongado e muito marcante da organização intelectual e social do Programa Etnomatemática por Ubiratan D'Ambrosio - afirmado e reafirmado, complementado, suplementado e acrescido, dito e reiterado - que processualmente caiu na rede dos anos 90 e invadiu a primeira década deste milênio. Além disso, a obra retrata a efervescência das reflexões de um período intermediado pelo Primeiro Congresso Brasileiro de Etnomatemática (CBEm1)⁴, em 2000, cujo êxito se estende até o presente momento, considerando a ocorrência do CBEm7⁵ em 2024 e do CBEm8, já agendado para 2028. Incrível! *Ubi na Web* desfruta da contemporaneidade.

Ubi na Web e o compromisso com a reiteração conceitual. Certa feita, eu e Ubiratan falávamos sobre as EtnoMatemaTicas, suas diversas concepções. Com e como ele, eu já havia aprendido a gostar “de me referir à Etnomatemática como um programa”⁶ nascido do “inconformismo com a fragmentação do conhecimento”, mas me pesava a condição pouco confortável de professora da Educação Básica que buscava motivação e fundamentação no Programa Etnomatemática. Com o doutorado sob sua orientação, nossas conversas se aprofundaram. Percebia, cada vez mais, a importância de focar os conceitos do Programa, que lhe são próprios, essenciais ao seu caráter de programa de pesquisa e epistemologia geral, sem perder de vista outros conceitos que não lhe são próprios, mas o fortalecem.

Independentemente da temática do contexto no qual a Etnomatemática era apresentada e discutida por Ubiratan, ele via-se obrigado a reiterar esses conceitos essenciais e fortalecedores do Programa Etnomatemática, como condição indispensável às diversas abordagens que o tomassem como referência, fosse em eventos ou publicações específicos de Etnomatemática, ou de Filosofia, Tecnologia, Educação, Transdisciplinaridade, História...

Em 2020, vivenciei a felicidade de (co)organizar sob sua consultoria, orientação e perspectivas, e com sua participação, alguns eventos, em especial, o VEm Brasil⁷ e o seu produto final, o *e-Almanaque EtnoMatemaTicas Brasis*⁸, e o VEm Humanistas⁹, que

⁴ Ver Anais do CBEm1: <<http://www2.fe.usp.br/~etnomat/site-antigo/Anais-CBEm1.htm>>.

⁵ Ver Anais do CBEm7:
<<https://www.even3.com.br/anais/7-congresso-brasileiro-de-etnomatematica-cbem-324105/>>.

⁶ Ver nota de rodapé 2.

⁷ Virtual Etnomatemática Brasil (VEm Brasil), 2020, cujas apresentações estão disponíveis na *playlist*: <<https://www.youtube.com/playlist?list=PLVtqgQwvSFgAWAFmA68UCnSAaP6HVBOVo>>.

⁸ Sousa, Olenêva Sanches (org.). **e-Almanaque EtnoMatemaTicas Brasis**. Teresina: Instituto Federal do Piauí, 2020. DOI: <https://doi.org/10.51361/9786586592139>

⁹ Virtual EtnoMatemaTicas Humanistas (VEm Humanistas), cujas apresentações estão disponíveis na *playlist*: <<https://www.youtube.com/playlist?list=PLVtqgQwvSFgD2M41YHIKMT0zEWWoDFEqj>>.

evidenciavam tanto as bases epistemológicas do Programa Etnomatemática quanto a multiplicidade de concepções etnomatemáticas.

Aos 88 anos, em plena atividade criadora e crítica, Ubiratan percebia alguns equívocos na concepção de Etnomatemática como epistemologia GERAL, isto é, como teoria GERAL do conhecimento ou teoria do conhecimento EM GERAL. Obviamente, sua sapiência em torno do que foi o proponente levou-o a uma clara organização conceitual do núcleo do Programa e, como tal, abriu possibilidades inclusivas de interfaces e diálogos com quaisquer áreas do conhecimento, intenções e manifestações que, voltadas para a relação primordial, ética e sustentável, entre o indivíduo, o(s) outro(s)/sociedade e a natureza, almejem justiça e paz.

Naquela certa feita de 2020, ele desabafou: “já disse tudo que tinha que dizer, não quero mais ficar repetindo”. Argumentei imediatamente que, sendo a base conceitual do Programa e com o número crescente de novos etnomatemáticos, ele teria que continuar repetindo, esclarecendo sempre sobre concepções que têm Etnomatemática como uma nova disciplina ou mera tendência disciplinar, e sobre interpretações impulsivas, superficiais, ainda persistentes, de matemática de etnias. Ele concordou, mas contra-argumentou que já estava velho e, assim, sua repetição não mais lhe caía bem e reforçou que já tinha dito tudo e não repetiria mais.

Quem conheceu Ubiratan sabe o quanto ele era seguro em suas colocações. Então, estabeleci um grande compromisso com ele e com o Programa Etnomatemática: reiterar em todos os meus trabalhos essas bases conceituais que ele já estava cansado de repetir. Ele me alertou sobre os riscos de reprovação, haja vista que ineditismo é um critério de certo modo variável e subjetivo, mas o compromisso já estava firmado. Desse modo, *Ubi na Web* representa uma oportunidade singular - um valioso presente de Vello - de firmação do compromisso com a reiteração conceitual do Programa Etnomatemática de D'Ambrosio.

(Re)organização de Ubi na Web. *Ubi na Web* é uma (re)organização dos textos de Ubiratan D'Ambrosio (Ubi) disponibilizados na *web* em dois *sites* sequenciais entre as décadas de 1990 e 2010. A estrutura deste *e-book* busca considerar a organização de ambos os ambientes anteriores e a do próprio autor.

Quem conheceu Ubiratan sabe o quanto ele valorizava a pessoa e suas ideias, suas vontades e sentimentos e como era cauteloso para não provocar desmotivações nem ferir. Sob o olhar dos (re)organizadores, é uma questão de respeito preservar os aspectos que levaram Ubiratan a disponibilizar esses textos e suas estruturas.

Antes da invenção da *World Wide Web* (WWW), Ubiratan apresentou o conceito de Etnomatemática na conferência *Socio-cultural Bases of Mathematics Education*, em 1984, na

Austrália. Explicava Ubiratan que foi a partir daí que ele procurou uma fundamentação teórica para essa conceituação e, por se tratar de uma procura permanente, resolveu adotar a denominação Programa Etnomatemática¹⁰. Com razão, as novas ideias revolucionaram concepções de Matemática e de Educação Matemática, principal e implicitamente, de Ciência e de Educação.

D'Ambrosio, então, dedicou-se à organização intelectual do Programa Etnomatemática. E cuidou de compartilhar seus contínuos estudos, sempre estabelecendo e restabelecendo relações com as mais variadas áreas de conhecimento. Foram muitos artigos, aulas, conferências, prefácios, entrevistas... em oportunidades diversas nacionais e internacionais. Pode-se dizer que foi um período intenso de organização social e difusão das bases conceituais etnomatemáticas. E foi exatamente parte desse volume considerável que Ubiratan colocou em boas mãos, nas de um incansável valorizador e divulgador de suas ideias e da “concepção etnoantropológica de matemática”.

Apesar da produção deste *e-book* ter ocorrido num tempo brindado com o início da popularização e expansão da internet, esta ainda era restrita e os eventos *on-line* eram bem pontuais, raros e demoraram a firmar-se até a pandemia de Covid-19¹¹ que impôs novas formas de encontros acadêmicos e outros. Essa demora, de algum modo, reflete a rigidez dos preceitos acadêmicos que, por sua vez, justificam as resistências à aceitação de que a disciplina Matemática é uma EtnoMatemaTica, mesmo diante das evidências de que a formação integral e cidadã prescrita para a Educação escolar dependa disso.

Desse modo, as ideias levantadas e compartilhadas por Ubiratan foram de encontro ao pensamento hegemônico e mexeram com dinâmicas de “gaiolas epistemológicas”¹². Por outro lado, semearam esperanças de formas mais inclusivas e democráticas para a pesquisa e Educação, levando Etnomatemática a muitas publicações e Ubiratan, a convite, a muitos eventos presenciais em todo o mundo.

O que foi dito, escrito ou feito por Ubiratan, no que se refere a este conteúdo, não demanda revisões conceituais nem estruturais. São reflexões sobre reflexões sobre reflexões... Os 50 textos traduzem-se num processo muito importante de organização social - e difusão - do Programa Etnomatemática em cenários da Educação, da História, da Filosofia, da

¹⁰ D'Ambrosio, Ubiratan. Etnomatemática: 1a apresentação conceitual. In: Sousa, Olenêva Sanches (org.). **e-Almanaque EtnoMatemaTicas Brasis**. Teresina: Instituto Federal do Piauí, 2020. p. 45-48.

¹¹ Refere-se à pandemia da doença por coronavírus 2019 (COVID-19), declarada em março de 2020 e que se estendeu até o ano de 2023.

¹² D'Ambrosio, Ubiratan. A Metáfora das Gaiolas Epistemológicas e uma Proposta Educacional. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 9, n. 20, dez. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/2872>>.

Matemática, da Educação Matemática, das Tecnologias... Percebe-se sua preocupação - melhor ainda, uma necessidade - em sempre trazer as bases epistemológicas que caracterizam o núcleo do Programa Etnomatemática. Sem dúvida, isso muito contribuiu para a sua consolidação. No entanto, supostamente, a simplicidade de Ubiratan nas abordagens, muitas vezes, leva a uma interpretação simplista - e impulsiva - da complexidade do Programa¹³, mas, em nenhum momento, compromete a admiração pelo seu proponente e a adesão crescente de seguidores acadêmicos e educacionais.

Prologar a obra de modo ilustrativo e sucinto intencionou aligeirar a chegada dos leitores, ávidos por (re)ver Ubi na Web, ao seu conteúdo. Por isso, *Despertar e Evolução da Etnomatemática* remonta aos anos de intensa produção, divulgação e desenvolvimento da Etnomatemática por D'Ambrosio e compõem-se de três citações informais e do texto *O resgate de Ubi na Web*, assinado por Valdemar Vello, que contextualizam e historiam brevemente a publicação do e-book.

De um modo geral, com raras exceções, *Ubi na Web* segue a mesma ordem de apresentação no último site, uma escolha de Vello pelo óbvio motivo de disponibilizar primeiro os artigos mais recentes, com referência ao tempo em que foram recebidos e publicados, e mesmas intitulações. Esses artigos eram antecidos de algumas informações sobre Etnomatemática e sobre o autor que aqui foram reunidas na Parte I, *Ubiratan D'Ambrosio e Etnomatemática*, composta de três seções: uma foto do último site e uma premiação recente em 2005 constituem a primeira seção, *The ICMI Felix Klein Medal for 2005*; a segunda, *Minicurrículo de Ubiratan D'Ambrosio*, traz na íntegra o publicado anteriormente e indica o acesso ao currículo do autor e à sua obra; e uma brevíssima justificativa histórica que situava a importância da Etnomatemática no site filosófico "Movimento Etnopedagogia" é o conteúdo da terceira seção, *Etnomatemática: um pouco de história*.

Em seguida, vêm os 50 artigos, na mesma ordem de numeração do último site com o mesmo título: *Textos de D'Ambrosio*. Esses textos constituem a Parte II e, como supramencionado, não passaram por uma rigorosa revisão porque se mantiveram destaques e grifos por ele feitos e os tempos mencionados, e se evitaram quaisquer alterações de ordem estrutural. Além da preservação do conteúdo e das histórias da construção da obra, há a impossibilidade de sugerir alterações e solicitar decisões do autor. Todas as notas de fim de texto foram inseridas como notas de rodapé e, quando houve necessidade de incluir alguma observação extra, esta foi inserida como *Nota dos Editores*.

Outro aspecto considerado pelos atuais organizadores foi facilitar o acesso dos leitores ao seccionar os textos conforme os seus três idiomas. Assim, *Textos de D'Ambrosio* distribui-se em três seções: *37 textos em português*, título da primeira seção, compõe-se de 37 capítulos

¹³ Ver página 10 deste e-book.

referentes aos 37 textos escritos em português; a seção II, *03 textos predominantemente em espanhol* III, compõe-se de três capítulos predominantemente em língua espanhola; e os dez capítulos finais são apresentados em inglês *na seção III*, nomeada *10 textos em inglês*.

A Parte III, *Retrospecto, concepção e elaboração do e-book*, constitui-se deste texto que historia detalhadamente a obra, sua concepção e o porquê da publicação do *e-book*, e retoma uma das citações informais do início da obra.

Por fim, os (re)organizadores da obra reconhecem que muitos dos textos provêm de eventos contemporâneos de um período muito curto, aproximadamente uma década em torno da transição para este milênio, mas de enorme peso para difusão das ideias *ubianas* que se espalhavam pelo mundo semeando esperanças onde a aridez imperava. Ubiratan vinculou com maestria o emocional, o volitivo, o flexível e o qualitativo ao racional e ao quantitativo, ao tempo que vinculava definitivamente o seu nome e o Programa Etnomatemática à pesquisa e à Educação. Foi o ápice da consolidação do Programa Etnomatemática.

Por isso, como ele comenta em mensagem a Vello, no início deste *e-book*, “inevitavelmente, há muitas repetições. A mesma ideia diretora surge de distintas maneiras, algumas em diferentes contextos e com diferentes motivações. Não tive preocupação em evitar duplicações.”. Nem nós, os seus (re)organizadores!

Ubi - e a Etnomatemática - na Web. Sinteticamente, esta obra expressa as artes e as técnicas de Ubiratan D’Ambrosio conceber o conhecimento (matemático), de comunicar suas concepções em pleno momento criativo e de comunicar-se com seus pares e refutadores de/em distintas áreas de conhecimento e visões de mundo. Nesse sentido, historicamente, *Ubi na Web* representa a própria organização intelectual-social-transdisciplinar-transcultural e difusão do Programa de Pesquisa Etnomatemática por Ubiratan D’Ambrosio.

1º de janeiro de 2025.

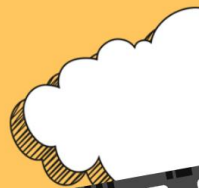


*“O Vello conseguiu uma proeza:
fazer uma construção com
Paulo Freire, Edgar Morin, Célestin Freinet
e, para meu orgulho, me colocou nessa companhia.
A argamassa foi o conceito de
Etnopedagogia ou Pedagogia Etnoantropológica
do Valdemar Vello.
”Só os meus trabalhos, é fácil colocar num site.
Mas a verdadeira riqueza que eu acho uma pena perder
é a construção do site que o Vello fez.
São links que valem por uma enciclopédia de
Educação Etno-antropológica.”¹*

¹ Comentário de Ubiratan D’Ambrosio, na segunda-feira de 15 de outubro de 2012, às 21h41, garimpado em trocas de e-mails entre Vello, Ubiratan e Ana Paula Barranco, coordenadora de conteúdos digitais da *Oxford University Press*, na época. No *Ubi na Web*, a mensagem ganha muita importância por se tratar de um depoimento de Ubiratan sobre o espaço em que o material dele foi disponibilizado.



etnomatematicasbrasis.org



9 786527 211679

**EtnoMatemáticas
Brasil**