A educação matemática e o estado do mundo: desafios*

Ubiratan D'Ambrosio

Resumo

Há um perigo evidente de extermínio da civilização devido a problemas meteorológicos e geoestruturais, mas também por conflitos gerados por seres humanos. Tal impasse nos desafia a construir novas direções para entender, explicar e agir no mundo real, para além de paradigmas e metodologias rígidas que nos impedem ver a realidade ampla. A artificialidade da separação entre a matemática e as ciências se acentua no início do século 20, e há um apelo de importantes matemáticos para uma maior aproximação entre elas, numa perspectiva transdisciplinar. Este artigo examina algumas possíveis causas do estranhamento acadêmico entre a matemática e as ciências ocorrido desde a modernidade e aponta a transdisciplinaridade como perspectiva de busca de sobrevivência e de transcendência do ambiente natural e sociocultural. Considera-se que o conhecimento disciplinar e, consequentemente, o multidisciplinar e o interdisciplinar são úteis e importantes e continuarão a ser ampliados e cultivados, mas somente poderão conduzir a uma visão plena da realidade se forem subordinados ao conhecimento transdisciplinar.

Palavras-chave: crise da civilização; ciências; matemática; interdisciplinaridade; transdisciplinaridade; educação matemática.

* Conferência apresentada no VII Congresso Ibero-americano de Educação Matemática, em Montevidéu, Uruguai, setembro de 2013.

Abstract
Mathematics education and the state of the world: challenges

There is an obvious danger of extermination of the civilization not only due to meteorological and geo-structural problems, but also due to conflicts generated by humans. This impasse challenges us to build up new directions to understand, explain and act in the real world, beyond rigid paradigms and methodologies that prevent us from seeing the larger reality. The artificiality of the separation of mathematics and science has accentuated in the early twentieth century, and there has been an appeal of important mathematicians in order to make them closer, from a transdisciplinary perspective. This article examines some possible causes of the academic strangeness between mathematics and science, which has occurred since modernity, and proposes the transdisciplinarity as a perspective in search of survival and transcendence of the natural and sociocultural environment. It is considered that disciplinary knowledge, consequently the multidisciplinary and the interdisciplinary, is useful and important; therefore, it will continue to expand and grow; however, it will only lead to a full view of reality, if it is subordinated to the transdisciplinary knowledge.

Keywords: crisis of civilization; science; mathematics; interdisciplinarity; transdisciplinarity; mathematics education.

Introdução

Não se pode negar que o estado da civilização é preocupante. O que lemos nos meios impressos, ouvimos nos meios radiofônicos e assistimos em televisão e internet, muito em tempo real, mostra-nos que estamos vivendo momentos difíceis, não só no Brasil, mas, igualmente, nos demais países. São problemas meteorológicos e geoestruturais sobre os quais não temos controle, mas também conflitos sociais, religiosos, ideológicos e gremiais, que são inteiramente gerados e conduzidos por seres humanos. Graças aos conhecimentos científicos, à tecnologia e às estratégias organizacionais, temos meios para, se não eliminar, ao menos minimizar os efeitos dos fatos e fenômenos naturais e dos conflitos sociais. Infelizmente, a ação dos sistemas educacionais se reduz, quase exclusivamente, à transmissão e à avaliação de conteúdos congelados, muitas vezes desinteressantes, obsoletos e inúteis aos alunos. Dão pouca ou nenhuma importância a questões maiores, como as mencionadas, que ameaçam a sobrevivência da civilização. Neste trabalho, discuto questões de natureza estrutural das práticas escolares, que considero da maior importância para os educadores.

A crise da civilização: desafios à ciência

A civilização moderna está ameaçada. Há um perigo evidente de extermínio da civilização. Como diz Martin Rees, no editorial da revista *Science* de 8 de março de 2013:

> As principais ameaças à existência sustentável da humanidade agora vêm de pessoas, não da natureza. Choques ecológicos que degradam irreversivelmente a Biosfera podem ser desencadeados pelas exigências de um crescimento insustentável da população do mundo. A rápida disseminação de pandemias pode causar estragos nas megacidades do mundo em desenvolvimento. E as tensões políticas serão provavelmente decorrentes da escassez de recursos, agravada pelas alterações climáticas. Igualmente preocupantes são as ameaças imponderáveis resultantes das poderosas novas *cyber*, bio e nanotecnologias, pois estamos entrando em uma era na qual alguns indivíduos poderiam, por meio de erro ou terror, provocar uma ruptura social irreversível.

Mikhail Leonidovjch Gromov[1] (2010, p. 401), detentor do Prêmio Abel[2] de 2009, diz numa entrevista que

> a Terra vai ficar sem os recursos básicos, e não podemos prever o que vai acontecer depois disso. Vamos ficar sem água, ar, solo, metais raros, para não falar do petróleo. Tudo vai, essencialmente, chegar ao fim dentro de cinquenta anos. *O que vai acontecer depois disso?* Estou com medo. Tudo pode ir bem se encontrarmos soluções, mas se não, então tudo pode chegar muito rapidamente ao fim! [Destaque meu].

O pessimismo de Gromov quanto à sobrevivência da civilização não é uma afirmação leviana, jargão próprio de catastrofistas, nem uma visão apocalíptica de cunho religioso. Vindo de uma pessoa de seu *status* acadêmico, merece atenção. Essa é uma preocupação real, sentida por todos nós.

A pergunta que, naturalmente, segue é: "O que podemos fazer?"

Aceito o desafio do destacado uruguaio, filósofo e historiador das ideias, Fernando Flores Morador (2011, p. 44), professor da Universidade de Lund, na Suécia, quando diz:

> El sujeto no puede evitar participar en un conflicto histórico, pero puede elegir entre intentar tomar la iniciativa o no intervenir (adoptar una actitud pasiva). Ganar y retener la iniciativa es la regla número uno de la acción histórica. Sin la iniciativa, los participantes pasivos son obligados a adoptar como propios los puntos de vista de aquellos históricamente activos.

Minha decisão é, como expõe Flores Morador, assumir e tomar a iniciativa, de acordo com minhas possibilidades e competência, de propor novas direções para entender, explicar e agir no mundo real e difundir essas ideias.

---

[1] Matemático russo/francês, nascido em 1943, diretor do Institut de Recherches Mathématiques de Bûres-sur-Yvette, França.

[2] Na comemoração do bicentenário do grande matemático norueguês Niels Henrik Abel (1802-1829) foi instituído, sob o patrocínio do rei da Noruega, uma premiação equivalente ao Prêmio Nobel, denominada Prêmio Abel. A premiação tem valor igual, cerca de 1 milhão de dólares, e os critérios de concessão e de escolha são os mesmos do Prêmio Nobel. Em 2009, o premiado foi Gromov, por suas contribuições revolucionárias à geometria.

É difícil romper o conservadorismo acadêmico e não se enfileirar com aqueles que seguem os paradigmas ditados por alguns setores conservadores da academia e das instituições. Como aponta Gromov, na mesma entrevista publicada em 2010:

> Estando em nossa torre de marfim, o que podemos dizer? Estamos nesta torre de marfim e nos sentimos confortáveis nela. Mas, realmente, não podemos dizer muito, porque não vemos bem o mundo. Temos que sair, mas isto não é tão fácil.

Há algum tempo, utilizo a metáfora "gaiolas epistemológicas" para definir conhecimento tradicional, equivalente às torres de marfim. O conhecimento tradicional é como uma gaiola e seus cultores são como pássaros vivendo nela. Alimentam-se do que está na gaiola, voam apenas no espaço dela, só veem e sentem o que as grades permitem, comunicam-se numa linguagem conhecida por eles, procriam e repetem-se. Não podem saber de que cor a gaiola é pintada por fora. No mundo acadêmico, os especialistas são como pensadores engaiolados em paradigmas e metodologias rígidas, que não permitem ver além do que é considerado "academicamente correto".

Sair da gaiola – da mesma forma que sair das torres de marfim – não é fácil. A aprovação dos pares oferece vários benefícios, como segurança, promoções e salários, assim como a gaiola oferece aos pássaros segurança, abrigo, alimentação e convívio. Mas o preço por esses benefícios é alto: as grades impedem ver a realidade ampla.

É fundamental poder sair e voltar livremente, conhecer a realidade ampla, reconhecer os problemas maiores que afetam a humanidade e estabelecer uma parceria de colaboração com todos os demais especialistas. Essa parceria tem sido desconsiderada. Particularmente, a matemática e as ciências se distanciaram na modernidade. Em outra entrevista, Gromov (1998, p. 847) disse:

> Nós, matemáticos, muitas vezes temos pouca ideia sobre o que está se passando em ciência e engenharia, enquanto os cientistas experimentais e engenheiros geralmente 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 à 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, 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.

Encontros e desencontros no curso da história

A situação, considerada perigosa por Gromov, reflete uma das características mais marcantes da modernidade, que é a fragmentação do conhecimento em áreas distintas e autônomas. Essa fragmentação dicotômica é uma das responsáveis para se tratar a matemática e as ciências como disciplinas autônomas, muitas vezes até estranhas. Cientistas – e muito mais fortemente os humanistas e os artistas – têm dificuldade para entender o código linguístico e o vocabulário especial dos matemáticos, difícil de compreender e, geralmente, incompreensível para os não iniciados. A busca da transdisciplinaridade, que rapidamente está ganhando espaço no mundo acadêmico e educacional, é uma reação à fragmentação dicotômica.

Na Antiguidade, pode-se falar em identificação entre a matemática e as ciências e a engenharia. O exemplo mais notável é Arquimedes (ca 287-212 a.C.). O livro *De Architectura*, de Marcus Pollio Vitruvius (século 1 a.C.), mostra a presença inerente da matemática nas grandes obras de engenharia do Império Romano. Na Alta Idade Média, sobretudo por motivação religiosa, a matemática herdada dos gregos praticamente desaparece dos ambientes eruditos. Nota-se, porém – graças ao desenvolvimento da arquitetura gótica, da urbanização e da perspectiva na pintura –, a emergência de novas direções que viriam a se organizar como parte da disciplina matemática, tal qual a conhecemos hoje. Na Baixa Idade Média, os conhecimentos matemáticos originados dos gregos, preservados e ampliados pelos árabes, são apropriados pelos participantes das Cruzadas e levados para a Europa, onde se mesclam com os conhecimentos de ciências, de engenharia, das artes em geral e, também, de uma economia emergente.

Esses fazeres e saberes buscam fundamentação teórica, começando o desenvolvimento de bases conceituais. A advertência de Dominicus Grandissalinus, no século 15, de que "seria vergonhoso para alguém exercer qualquer arte e não saber o que ela é, de qual assunto ela trata e as outras coisas que dela são prometidas" é significativa. Representa um apelo à busca de explicações de natureza matemática para as grandes obras de engenharia e arquitetura. Exemplo disso são as reformulações da obra vitruviana por Filippo Brunelleschi (1377-1446), Leon B. Alberti (1404-1472) e Sebastiano Serlio (1475-1554). Após Isaac Newton (1642-1726), as novas ideias resultantes da invenção do cálculo têm repercussões na engenharia, nas artes, nas visões de corpo, na mecânica do ser vivo, na política, na sociedade, na "redescoberta" do mundo.

Paradoxalmente, o Iluminismo ou Idade da Razão preconiza o afastamento da matemática e das aplicações. A matemática entra na fase de ser justificada por ser a base de todas as demais atividades materiais (particularmente técnicas) e intelectuais (ciências e filosofia) e de procurar, internamente, sua fundamentação. Torna-se epistemologicamente autônoma. A matemática se distancia das demais áreas de conhecimento e é identificada e justificada como a base de suporte para as outras áreas. Isso fica evidente nas importantes obras de Luis Antônio Verney (1713-1792), principalmente *O método verdadeiro de estudar* (1746) e *De Re Physica* (1769), infelizmente pouco conhecidas (cf. Lopes, 2002, 2010).

A artificialidade da separação entre a matemática e as ciências se acentua no início do século 20, e há um apelo de importantes matemáticos para uma maior aproximação entre elas, como se evidencia na seguinte observação de Eliakim H. Moore, em 1902, um dos mais destacados matemáticos desse período e presidente da American Mathematical Society, ao defender sua proposta pedagógica:

> Este programa de reforma pede o desenvolvimento de um sistema completo de laboratório de instrução em Matemática e Física, cujo principal propósito seja desenvolver, até onde for possível, o verdadeiro espírito de pesquisa nos alunos e uma estima, tanto prática quanto teórica, pelos métodos fundamentais da ciência.

> [...]
>
> Quanto à possibilidade de efetuar essa unificação da matemática e da física nas escolas secundárias, a objeção será feita por alguns professores que podem argumentar ser impossível fazer bem mais de uma coisa de cada vez. (Moore, p. 417, 418, 1903).

Por que, na modernidade, matemáticos e cientistas se distanciaram?

Algumas possíveis causas do estranhamento acadêmico da matemática e das ciências que ocorreu desde a modernidade são: a natureza da matemática, o estilo de comunicar matemática e sua inutilidade *versus* sua "efetividade desarrazoada".

A última questão é a mais intrigante e sintetiza as grandes correntes de filosofia matemática. Essa inutilidade proclamada por matemáticos, talvez com certa ironia, pode ser constatada na conhecida afirmação de um dos mais relevantes matemáticos do século 20, G. H. Hardy (1877-1947), cujo testemunho se tornou um clássico sobre a vida intelectual de um matemático:

> Nunca fiz nada de "útil". Nenhuma descoberta minha fez ou tem probabilidade de fazer, direta ou indiretamente, para o bem ou para o mal, a menor diferença para o conforto da vida neste mundo. Ajudei a formar outros matemáticos, mas matemáticos iguais a mim, e o trabalho deles, na medida em que eu os auxiliei, foi tão inútil quanto o meu. A julgar por todos os critérios práticos, o valor da minha vida na Matemática é nulo; e fora dela é bem reduzido, de qualquer maneira. Tenho apenas uma chance de escapar a um veredito de nulidade completa, caso julguem que criei algo que vale a pena criar. Que criei algo é inegável; a questão é o valor da minha criação. O argumento a favor da minha vida, então, ou da vida de qualquer um que tenha sido um matemático no mesmo sentido que eu fui, é este: que acrescentei alguma coisa ao conhecimento e ajudei muitos a acrescentar mais; e que essas coisas têm um valor que difere apenas em grau, mas não em espécie, do valor das criações dos grandes matemáticos ou de qualquer um dos outros artistas, grandes ou pequenos, que deixaram algum tipo de lembrança atrás de si. (Hardy, 2000, p. 140).

Alex Csiszar (2003, p. 241) faz uma observação muito interessante sobre a proclamada inutilidade e o estilo de comunicação matemática:

> Uma dificuldade principal para matemáticos é que há uma percepção de "inutilidade" da Matemática. Na verdade, muito (mas de nenhum modo todo) trabalho matemático *nunca* levará a qualquer tipo de aplicação prática, e parece impossível predizer o que, eventualmente, encontrará alguma utilização, ou levará a resultados que terão alguma importância fora do campo da matemática.

Já a "efetividade desarrazoada" é aceita sem hesitação. Aceita-se, sem contestação, que a matemática é a espinha dorsal da civilização moderna. A própria frase "efetividade desarrazoada" *[unreasonable effectiveness]* tornou-se clássica, após ter sido utilizada como título de um trabalho referencial pelo eminente físico Eugene Wigner (1960), em que ele diz:

> O milagre da conveniência da linguagem Matemática para a formulação das leis de Física é um maravilhoso presente que nós nem entendemos nem merecemos.

> Nós deveríamos ser agradecidos por isso e esperar que vá permanecer assim nas pesquisas futuras, e que se estenda para campos maiores do conhecimento, para melhor ou para pior, para nosso prazer, mesmo que talvez também para nossa confusão.

Existem inúmeros estudos sobre como a matemática é essencial para as ciências, mas discussões sobre como as ciências influenciaram e continuam influenciando o desenvolvimento dela são menos comuns, e menos comuns, ainda, são os estudos sobre as relações de discordância entre os próprios matemáticos. Para muitos, inclusive matemáticos, ela é vista como um monobloco epistemológico. Isso reflete uma luta de poder na matemática institucionalizada.

Essa última observação, sobre o poder interno, é ilustrada pela atitude de David Hilbert, em 1928, quando ele escreveu para a revista *Mathematische Annalen*, a mais prestigiosa publicação de pesquisa matemática da época, dizendo não mais ser capaz de cooperar com Luitzen Egbertus Jan Brouwer (1881-1966) no corpo editorial da revista. Brouwer era um dos topólogos de maior destaque da época e o introdutor do intuicionismo. Hilbert alegou profundas divergências com Brouwer sobre os fundamentos da matemática. Como resultado, Brouwer foi excluído do corpo editorial do *Mathematische Annalen* (Van Der Geer, 2004, p. 493).

Há algumas referências à matemática como apoio às ciências e à filosofia e, às vezes, uma vaga referência às ciências motivando o desenvolvimento da matemática (Steiner, 1998).

Vejo a proclamada inutilidade e a "efetividade desarrazoada" como motivadoras e, de fato, um apoio para reflexões teóricas sobre a integração da matemática com as demais ciências, mantendo-se a especificidade do estilo de comunicação matemática. Uma proposta para se verificar essa integração consistiria no exame dos desencontros e desacordos na própria matemática, da matemática com as demais ciências, da matemática com as demais áreas de conhecimento.

Hoje, os departamentos acadêmicos tradicionais, embora tentem resistir, são meros subsidiários de projetos de pesquisa em áreas emergentes, como: Cibernética, Inteligência Artificial, Mecatrônica, Nanotecnologia, Biologia Molecular, Teorias da Mente e da Consciência, Novos Enfoques à Cognição e Aprendizagem, Teoria dos Jogos, Teoria Geral de Sistemas, Fractais, Teorias Fuzzy, Teorias de Caos. Todas essas áreas têm muito conteúdo matemático, mas são fortemente integradas com as outras ciências e, portanto, sujeitas a outros padrões de formalismo e rigor.

Uma pergunta que normalmente ocorre é: o que se passa, então, com a Matemática Clássica, na transição do século 20 para o século 21?

Há questões matemáticas ainda não resolvidas, que continuam estimulando pesquisa matemática tradicional. Lembro aquelas que receberam muita publicidade, como o teorema de Fermat, formulado em 1663, e a hipótese de Riemann, em 1859. O interesse acadêmico em questões assim leva a prêmios multimilionários, mas os detalhes das resoluções ficam restritos a pouquíssimos indivíduos. Dizer que questões desse tipo são resolvidas implica algo como um ato de fé no universo acadêmico, isto é, a crença numa forma de "infalibilidade" das instituições academicamente credenciadas. Daí decorrem óbvias repercussões negativas na atitude geral da sociedade, porque facilita a aceitação dos avanços da matemática e das demais ciências sem ter ideia do que está sendo aceito. A retórica da autoridade institucional garante a subordinação a desígnios e interesses de indivíduos, de grupos religiosos, econômicos e financeiros, e de partidos políticos. Essencialmente, subordina a sociedade como um todo ao poder. Essa subordinação é notada no dia a dia. São exemplos a manipulação de pesquisas biomédicas, a questão dos transgênicos, a legislação sobre aborto e, principalmente, a retórica do terrorismo e do antiterrorismo. Há inúmeras outras formas de intimidação de indivíduos. Lamentavelmente, à linguagem hermética da matemática cabe grande parte da responsabilidade por esse uso do prestígio de uma área de conhecimento em benefício de grupos de poder.

Não é de agora a preocupação de se levar o conhecimento científico a todas as camadas da população. É significativo o que disse David Hilbert (2003, p. 5), o matemático de maior prestígio na transição do século 19 para o século 20 e a figura maior do formalismo matemático, na sua conferência seminal proferida no 2º Congresso Internacional de Matemáticos, realizado em Paris, em 1900:

> Um velho matemático francês disse: Uma teoria matemática não está visível antes da perfeição até que você a faça tão clara que seja possível explicá-la para a primeira pessoa que você encontra na rua.

Curiosamente, quase 30 anos depois, Hilbert enquadra-se com os conservadores, na sua disputa com Brouwer.

Não há dúvida que o grande desenvolvimento de uma nova matemática se fará em integração com as demais áreas do conhecimento numa relação de tipo simbiótica e que afetará muito especialmente nosso entendimento do estado da civilização.

A vitalidade de uma nova matemática e de novas ciências, respondendo ao apelo de Gromov citado no início deste trabalho, exige grande liberdade de expressão, criatividade e ousadia. É interessante lembrar o que disse o grande matemático norueguês Sophus Lie, em 1893, em correspondência a um amigo:

> Sem fantasia ninguém pode se tornar um matemático, e o que me garantiu um lugar entre os matemáticos dos nossos dias, apesar de minha falta de conhecimento e de forma, foi a audácia do meu pensamento. (Lie *apud* Stubhaug, 2000, p. 409).

Há reações, às vezes violentas, contra audácia e superação das teorias já institucionalmente consolidadas. Utiliza-se, invariavelmente, o argumento de se manter o rigor científico. Lembro, em particular, o caso Sokal.[3]

Acredito ser este o maior desafio para o conhecimento científico atual: conseguir uma estruturação e uma linguagem capazes de atingir a população como um todo, mantendo padrões de rigor, mas não necessariamente aqueles dominantes nas "gaiolas epistemológicas" da ciência moderna. Para isso, será necessária uma nova concepção de rigor, na qual a integração de todas as ciências e da matemática se fará espontaneamente e sem traumas de natureza epistemológica.

---

[3] Em 1996, o físico Alan Sokal publicou um artigo-embuste na revista *Social Text*, editada pela Duke University Press. Sokal submeteu o artigo como um experimento para ver se um periódico desse tipo iria "publicar um artigo generosamente temperado com *nonsense* se: a) o artigo soasse bem; b) o artigo exaltasse as concepções ideológicas dos editores.

Isso exige coragem e audácia. Na imagem de Imre Lakatos, os cientistas devem ser ativistas revolucionários, caracterizados como aqueles que acreditam que referenciais conceituais podem ser desenvolvidos e substituídos por outros melhores. O próprio Lakatos (1978, p. 20) faz o *mea culpa* filosófico redimível ao dizer que "somos nós que criamos nossas prisões e nós podemos também, criticamente, demoli-las".

Transdisciplinaridade

Metaforicamente, as disciplinas funcionam como conhecimento engaiolado e sair da gaiola é praticar a transdisciplinaridade, que vai além das limitações impostas pelos métodos e pelos objetos de estudo das disciplinas e das interdisciplinas, isto é, vai além das grades das "gaiolas".

O processo psicoemocional de geração de conhecimentos, que é a essência da criatividade, é transdisciplinar. É um programa de pesquisa e pode ser categorizado mediante questionamentos como:

1) Como passar de práticas *ad hoc* para lidar com situações e problemas novos a métodos?
2) Como passar de métodos a teorias?
3) Como proceder da teoria à invenção?

Explicitando, o processo transdisciplinar envolve a geração e a produção de conhecimento, sua organização intelectual, sua organização social, sua transmissão e difusão, que são, normalmente, tratadas de forma isolada, como disciplinas específicas:

– ciências da cognição: tratam da geração de conhecimento;
– epistemologia: trata da organização intelectual do conhecimento;
– história, política e educação: tratam da organização social, da institucionalização e da difusão do conhecimento.

Na transição da Baixa Idade Média e da Renascença para a Idade Moderna, quando novos meios de observação e de questionamento foram desenvolvidos e novos contextos culturais foram conhecidos, as disciplinas tradicionais, embora muito gerais, não davam conta de novos questionamentos e de situações e problemas até então não identificados e reconhecidos.

René Descartes (1999, p. 49) reconhece a insuficiência dos métodos específicos para as disciplinas no seu *Discurso do método*, de 1637:

> Por este motivo, considerei ser necessário buscar algum outro método que, contendo as vantagens desses três [da filosofia, da lógica e das matemáticas, a análise dos geômetras e a álgebra], estivesse desembaraçado de seus defeitos.

Mas Descartes disse claramente que procurou um método que lhe servisse para "bem conduzir a razão" e que apresentava esse método tão somente como exemplo de como ele conduzia sua razão. Jamais como um método "engaiolado" em novos paradigmas epistemológicos, a ser seguido por todos.

Enquanto os instrumentos de observação (aparelhos – *artefatos*) e de análise (conceitos e teorias – *mentefatos*) eram mais limitados, os enfoques disciplinar e interdisciplinar mostravam-se satisfatórios. Mas com a sofisticação dos novos instrumentos de observação e de análise, que se intensificou em meados do século 20, constatou-se que mesmo o enfoque interdisciplinar é insuficiente. A ânsia por um conhecimento total, por uma cultura planetária, não poderá ser satisfeita com as práticas interdisciplinares. Do mesmo modo, o ideal de respeito, solidariedade e cooperação entre todos os indivíduos e todas as nações não será realizado somente com a interdisciplinaridade.

O método chamado moderno para se conhecer algo, para explicar um fato e um fenômeno, baseia-se no estudo de disciplinas específicas, o que inclui métodos específicos e objetos de estudo próprios. Esse método, dominante no mundo acadêmico, caracteriza o reducionismo típico do século 16. Logo esse método se mostrou insuficiente e já no século 17 surgiram tentativas de se reunir conhecimentos e resultados de várias disciplinas para o ataque a um problema. Não se nega que o indivíduo deva procurar conhecer mais coisas para conhecer melhor. A prática da multidisciplinaridade, que hoje está presente em praticamente todos os programas escolares, visa a isso. Mas é insuficiente, como diz o próprio Descartes no início de seu *Discurso do método*. A interdisciplinaridade tenta responder a essa insuficiência, não só justapondo resultados, mas mesclando métodos e, consequentemente, identificando novos objetos de estudo.

Sobrevivência, transcendência e cultura

Vou agora abordar rapidamente um tema muito geral e básico, a quintessência de ser humano, que é a resposta às pulsões de sobrevivência e de transcendência.

Sobrevivência é o conjunto de estratégias para satisfazer as necessidades materiais, para se manter vivo e dar continuidade à espécie, o que deve ser realizado aqui e agora (comum a todas as espécies). Transcendência é ir além das necessidades materiais e manter-se vivo com dignidade (característico da espécie humana); é perguntar sobre onde (além do aqui) e sobre antes, depois e quando (além do agora). A busca de sobrevivência e de transcendência são ações transdisciplinares, individuais, socializadas e contextualizadas no ambiente natural e sociocultural de um grupo.

É oportuno, neste momento, conceituar cultura. Há muitos escritos e teorias, geralmente impregnadas de ideologias, sobre o que é cultura. Sintetizo a essência dessas várias conceituações definindo cultura como o conjunto de mitos, valores, normas de comportamento e estilos de conhecimento compartilhados por indivíduos vivendo num determinado tempo e espaço.

A humanidade pode ser mapeada em inúmeras culturas, ocupando diferentes espaços e evoluindo com o tempo. Assim, ao longo da história, vão se transformando.

A comunicação entre gerações e o encontro de grupos com culturas diferentes criam uma dinâmica cultural e não podemos pensar numa cultura estática, congelada em tempo e espaço. A dinâmica de encontros culturais é lenta, e o que percebemos na exposição mútua de culturas é que pode haver uma convivência multicultural ou, em muitos casos, uma subordinação cultural e, algumas vezes, até mesmo a destruição de uma das culturas no encontro. Naturalmente, a convivência multicultural representa um progresso no comportamento das sociedades, algumas vezes conseguido após violentos conflitos. A convivência de culturas ganha espaço no momento atual, embora não sem problemas.

Ao atentarmos para os conceitos de espaço e tempo, como intrínsecos à busca de sobrevivência e transcendência, é essencial entender como a espécie evolui na lida com esses conceitos. A matemática, como uma disciplina básica no ambiente acadêmico ocidental, tem sua origem no tratamento de espaço e tempo.

Não nego que o conhecimento disciplinar e, consequentemente, o multidisciplinar e o interdisciplinar são úteis e importantes e continuarão a ser ampliados e cultivados, mas somente poderão conduzir a uma visão plena da realidade se forem subordinados ao conhecimento transdisciplinar.

A pesquisa e a educação estão, rapidamente, caminhando em direção a uma educação transdisciplinar.

Considerações finais

Espero ter provocado os leitores para o fato que devemos repensar a educação, mudando o foco das disciplinas para problemas maiores, que são de natureza transdisciplinar, afetando a sobrevivência da civilização. As disciplinas, fechadas em objetivos e métodos específicos para certo tipo de problemas e situações, não respondem à complexidade de problemas e situações reais. Daí eu ter introduzido a metáfora das "gaiolas epistemológicas". Apresentei uma medida efetiva de outra organização curricular. O currículo que domina os sistemas escolares enfatiza o *trivium* de ler, escrever e contar. Eu proponho um novo *trivium* – literacia, materacia e tecnocracia –, que é de natureza transdisciplinar e que tem, como objetivo maior, a capacitação para a ampla utilização crítica e consciente dos instrumentos comunicativos, analítico/simbólicos e tecnológicos de que dispomos hoje. Acredito ser essa uma proposta viável e possível de ser implementada, visando à sustentabilidade ambiental e cultural do mundo contemporâneo.

É nossa esperança que uma nova geração, pensando e agindo com uma atitude transdisciplinar, possa evitar uma ruptura irreversível da civilização, como é a grande preocupação de todos nós e que é alertada por inúmeros cientistas, conforme destacado logo no início deste trabalho.

Referências bibliográficas

CSISZAR, Alex. Stylizing rigor; or, Why mathematicians write so well. *Configurations*, v. 11, n. 2, p. 239-268, Spring 2003,

DESCARTES, René. *Discurso do método*. In: DESCARTES: vida e obra. São Paulo: Nova Cultural, 1999.

FLORES MORADOR, Fernando. *Enciclopédia de las tecnologías rotas:* libro I – El humanista como ingeniero. Suécia: Lund University, 2011.

GROMOV, Mikhail. Possible trends in Mathematics in the coming decades. *Notices of the American Mathematical Society,* v. 45, n. 7, p. 846-847, Aug. 1998.

GROMOV, Mikhail. Interview [given to] Martin Raussen and Christian Skau. *Notices of the AMS*, v. 57, n. 3, p. 391-409, March, 2010. Disponível em: <http://www.ams.org/notices/201003/rtx100300391p.pdf>.

HARDY, G.H. *Em defesa de um matemático*. Introd. C. P. Snow. Trad. Luis Carlos Borges do original de 1940 + 1967. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

HILBERT, David. Problemas matemáticos. [1900]. Trad. Sérgio R. Nobre. *Revista Brasileira de História da Matemática*, v. 3, n. 5, p. 5-12, 2003.

LAKATOS, Imre. *The methodology of scientific research programmes.* Edited by John Worrall and George Currie. Cambridge: Cambridge University Press, 1978. (Philosophical Papers, v. 1).

LOPES, Frederico José Andries. O prefácio do livro *De Re Physica* de Luis Antônio Verney. *Revista Brasileira de História da Matemática*, v. 10, p. 67-73, 2010.

LOPES, Frederico José Andries. *Verney e De Re Physica*. 2002. 226 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), Rio Claro, SP, 2002.

MOORE, Eliakim H. On the foundations of Mathematics [presidential address (...) December 29, 1902]. *Bulletin of the AmericanMathematical Society,* v. 9, n. 8, p. 402-424, May, 1903. Disponível em: <http://www.ams.org/journals/bull/1903-09-08/S0002-9904-1903-01007-6/S0002-9904-1903-01007-6.pdf>.

REES, Martin. Editorial. *Science*, v. 339, n. 6124, p. 1123, March, 8, 2013. Disponível em: <http://www.sciencemag.org/content/339/6124/1123.full.pdf?sid=d24d0444-8b8b-4823-a811-6831f4ae56c0>.

STEINER, Mark. The applicability of Mathematics as a philosophical problem. Cambridge: Harvard University Press, 1998.

STUBHAUG, Arild. *The mathematician Sophus Lie*. Oslo: Springer-Verlag, 2000.

VAN DER GEER, Gerard. We can make a change. *Notices of the AMS*, v. 51, n. 5, p. 493, May 2004. Disponível em: <http://www.ams.org/notices/200405/commentary.pdf>.

WIGNER, Eugene. The unreasonable effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences. *Communications in Pure and Applied Mathematics*, v. 13, n. 1, February 1960. Disponível em: http://www.dartmouth.edu/~matc/MathDrama/reading/Wigner.html

---

Ubiratan d'Ambrosio, doutor em Matemática pela Universidade de São Paulo (USP), é professor emérito da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

http://professorubiratandambrosio.blogspot.com.br

Recebido em 10 de fevereiro de 2014

Aprovado em 31 março de 2014