

## **FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA PARA UMA SOCIEDADE SUSTENTÁVEL: CONTRIBUIÇÕES DA MODELAGEM MATEMÁTICA**

Ademir Donizeti Caldeira \*  
Universidade Federal de São Carlos  
[mirocaldeira@gmail.com](mailto:mirocaldeira@gmail.com)

### **RESUMO**

Este artigo refere-se a um ensaio sobre as possibilidades da incorporação do conceito de sociedades sustentáveis na formação de professores de Matemática por meio da Modelagem. Num primeiro momento é apresentada uma discussão sobre a diferença entre o conceito de sociedades sustentáveis e o conceito de desenvolvimento sustentável, bem como suas contradições. Em seguida, uma reflexão sobre as mudanças que deverão ocorrer na formação de professores para que o conceito de sociedades sustentáveis possa ser alcançado.

**Palavras-chave:** Modelagem. Sustentabilidade. Educação Matemática.

## **MATHEMATICS TEACHER TRAINING FOR A SUSTAINABLE SOCIETY: THE CONTRIBUTION OF MODELING**

### **ABSTRACT**

The objective of this essay was to discuss the possibility to incorporate the concept of sustainable societies in the training of mathematics teachers through modeling. First, a discussion on the differences between the concept of sustainable society and sustainable development, as well as their contradictions, is presented. It is followed by a reflection on the changes that need to take place in teacher training in order that the concept of sustainable society may become part of their practice.

**Key words:** Modeling. Sustainability. Mathematics Education.

### **Introdução**

Falar de formação de professores de Matemática envolve uma série de elementos que estão inseridos nesse processo, desde a questão que perpassa os cursos de Licenciaturas em Matemática no Brasil, com todas as suas variantes, até a discussão em torno dos significados que

são atribuídos ao que temos denominado de Matemática, envolvendo aqueles produzidos e reproduzidos na Universidade, bem como aqueles consumidos pelos estudantes da Educação Básica. Tratar destas questões para uma *sociedade sustentável* implica em discutir o papel que tais cursos de formação desempenham e de quais significados são atribuídos aos conhecimentos ditos matemáticos que servem como insumos nesta formação. Antes, porém, fazem-se necessárias algumas reflexões sobre o conceito de *sociedade sustentável*.

Assim, farei uma breve reflexão sobre o conceito de *sociedade sustentável* e discutirei a pergunta principal deste ensaio: como a Modelagem Matemática pode contribuir numa possível formação de professores de Matemática para a *sociedade sustentável* que defendemos? Para isso, num primeiro momento discutirei o conceito de desenvolvimento sustentável para chegar ao conceito de *sociedade sustentável*. Em seguida, posicionar-me-ei sobre a questão da formação de professores para essa sociedade e, finalmente, sobre como a Modelagem pode contribuir nesta formação.

### **Sociedade Sustentável e seus desdobramentos**

Os termos sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável, que, por sua vez, antecedem o conceito de *sociedade sustentável*, podem ser considerados campos de disputas sobre diferentes concepções de sociedade. Tais termos ganharam notoriedade na atualidade, mas sua aparição no cenário mundial, segundo Scotto, Carvalho e Belinaso (2008), entra em cena na década de 80 do século passado, em um documento intitulado *Our common future* (“*Nosso futuro comum*”). Tal documento,

Foi resultado do trabalho da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), formada por representantes de governos, ONGs e da comunidade científica de vários países em 1983, em atendimento às resoluções da Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente Humano de 1972 (SCOTTO; CARVALHO; BELINASO, 2008, p.8).

Ainda segundo os autores, o documento ficou conhecido como Comissão *Brundtland* decorrente do trabalho ter sido presidido pela então primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland. No Brasil, tal documento foi publicado em 1988 pela Fundação Getúlio Vargas do Rio de Janeiro, sob o título de *Nosso Futuro Comum*. Tal documento antecede inúmeras discussões sobre a tensão entre o estilo de sobrevivência dos seres vivos no planeta, incluindo aí a espécie humana, tais como o conceito de *ecodesenvolvimento* (SACHS, 1986), “que buscava superar a polarização do debate, que oscilava entre a defesa do desenvolvimento sem limites e uma visão catastrófica sobre os limites do crescimento” (SCOTTO; CARVALHO; BELINASSO, 2008, p.24), e as discussões apresentadas na primeira edição do clássico livro do Clube de Roma denominado *Limites ao Crescimento* (MEADOWS, 1972).

O termo *desenvolvimento sustentável* então criado, traz um conceito que foi, e ainda é, muito citado em documentos oficiais e não oficiais e que tem sido considerado controverso por muitos setores, como veremos a seguir. Na sua íntegra, ele sustenta uma concepção de “desenvolvimento que é capaz de garantir as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras atenderem também às suas” (CMMAD, 1988, p.9).

Não se trata aqui de fazer um debate exaustivo das diferentes interpretações que o termo *sustentabilidade* impõe sobre os vários setores sociais, econômicos, éticos e culturais, e sua multiplicidade de significados, mas de reiterar o que se tem veiculado, nas mais diferentes mídias, de que o termo *desenvolvimento sustentável* trata-se, fundamentalmente, de um modo de legitimar ações práticas sobre os modos de convivência humana *sustentáveis* e, portanto, boas e corretas, numa perspectiva discursiva hegemônica denominada como *verdadeira*.

A gênese desse conceito de desenvolvimento vem de uma crítica que se instaura a partir da década de 60 do século passado, construídas pelos movimentos sociais instituídos num contexto global, principalmente a crítica do conceito de desenvolvimento estabelecido pelos países industrializados no hemisfério Norte e Europa, no pós-guerra, com princípios bem definidos de progresso como sinônimo de crescimento ilimitado. Nesta lógica, aparece, então, o conceito de que países desenvolvidos são aqueles que detêm um crescimento econômico, tecnológico, urbano, com acumulação de riquezas de produção capitalista. Fora desta lógica,

aparece o termo subdesenvolvimento e modernização. Desta forma, países eram considerados *modernos* quando possuíam tais características de uma forma evolutiva, linear e como única alternativa para sobrevivência, naqueles tempos conturbados pela *guerra fria* e pela dependência de organismos internacionais como a ONU e o Banco Mundial.

A crise ecológica dos anos 70 e um cenário de crise econômica e ambiental dos anos 80 propiciam uma demanda de movimentos ecológicos que desencadearam uma série de congressos e reuniões internacionais, em que se discutia que o modelo de desenvolvimento, até então ditado pelos países industrializados, não suportaria uma carga tão grande de recursos naturais para sustentar a demanda desses países, e que tais progressos tecnológicos e acumulação de insumos gerariam o que se denominou de degradação ambiental. Assim, surge a necessidade de um novo significado para o termo desenvolvimento e países como o Brasil, por exemplo, entram num bojo de países não mais subdesenvolvidos, mas *em desenvolvimento*.

Evidentemente que a base do termo *sustentável* orbita na questão da ética - fazer relacionar as questões do homem com a natureza, descentralizando-o. Além dessa questão, fundamentalmente importante em todos os setores, principalmente na educação, para compreender a complexidade e o conjunto de aspectos que fundamentam este conceito, Leis (1999) nos apresenta pelo menos três dimensões básicas da análise científica: a ambiental, a social e a econômica. Portanto, compreender essa teia de significados que envolvem o conceito de sustentabilidade não é uma tarefa simples.

### **As contradições do conceito de sustentabilidade**

Como apontado anteriormente, o conceito de sustentabilidade direciona-se a uma crítica ao modelo de desenvolvimento adotado pelos países industrializados do hemisfério Norte e da Europa e o principal documento - o Relatório *Brundtland* - nos mostra como foram construídas as premissas dessa nova forma de encarar a relação entre homem-natureza denominada de sustentabilidade social e ambiental.

Entretanto, Scotto, Carvalho e Belinaso (2008), fazendo uma leitura crítica do documento, apresentam algumas contradições que merecem ser analisadas para que possamos chegar ao conceito de *sociedade sustentável*. A primeira delas é perceber que ao introduzir o conceito de desenvolvimento sustentável para uma *sociedade sustentável*, deixa-se transparecer a difícil tarefa de fazer convergir crescimento econômico, superação da pobreza e atenção aos limites ambientais.

Os autores nos alertam que, ainda que o documento,

[...] reconheça os problemas sociais como parte fundamental dos problemas ambientais, este conceito é sustentado pela crença na idéia de um desenvolvimento baseado no crescimento econômico, dentro de uma lógica concorrente de mercado (SCOTTO; CARVALHO; BELINASO, 2008, p.33).

Ora, se o conceito de sustentabilidade surge a partir de uma crítica de um modelo de alto viés econômico e de mercado, como pode sugerir um mundo de maior equidade social e equilíbrio ambiental sem abrir mão da possibilidade de que tais premissas, mesmo que respeitando as limitações ecológicas, possam ser conquistadas com mais crescimento econômico nas condições sociopolíticas vigentes?

Nesta direção, a diferença básica entre a economia clássica e a economia pensada na esfera do desenvolvimento sustentável é que na primeira a natureza não transformada pelo trabalho humano é considerada um *bem livre* (sem valor econômico), e na segunda a natureza ganha um valor possível de ser contabilizado na produção e comercialização. “A natureza passa a ser um bem de capital numa economia ecológica de mercado” (SCOTTO; CARVALHO; BELINASO, 2008, p.35). Mecanismos de taxaço, licenças e cotas para emissão de poluentes e incorporação do valor de um bem escasso no produto final, por exemplo, são mecanismos defendidos por esse novo conceito.

Numa perspectiva mais radical e deixando de lado uma relação de extrema importância, sob o ponto de vista da qualidade de vida e relações de consumo em todos os setores, Brugger (2004, p.76) nos alerta que, sob a bandeira da “maquiagem verde”, uma série de empresas (alguns exemplos são a Shell, a GM, a Dupont e o Banco Mundial) tornam-se, num passe de RPEM, Campo Mourão, Pr, v.2, n.2, jan-jun. 2013

mágica, verdadeiros “guardiões da qualidade ambiental”.

Diegues (1992) defende que é inegável a contribuição no debate da relação homem-natureza que o conceito de desenvolvimento sustentável proposto nos documentos nos trouxe,

[...] principalmente quando se propõe uma tentativa de resolver as contradições entre o crescimento econômico, a distribuição de renda e a necessidade de conservar os recursos ambientais, não somente em benefícios das gerações atuais, mas também das futuras (DIEGUES, 1992, p.27).

No entanto, são várias as críticas, além das apontadas anteriormente, sobre a concepção do desenvolvimento sustentado e sua aplicabilidade. Apenas para citar um exemplo, Rediclift (*apud* DIEGUES, 1992) aponta que o documento ignora as relações de forças internacionais, os interesses dos países industrializados em dificultar o acesso dos países do Terceiro Mundo às tecnologias, as relações desiguais do comércio, desfavoráveis a estes últimos e a posição das multinacionais com relação a propostas tecnológicas contrárias às suas estratégias globais. Outras de caráter mais geral, tais como o conceito de desenvolvimento, mesmo o *sustentado*, se baseiam na necessidade de se atingir o grau de desenvolvimento alcançado pelas sociedades industrializadas.

Resumindo, temos, então, nas discussões contemporâneas sobre o tema de sustentabilidade, pelo menos duas matrizes interpretativas básicas (COSTA LIMA, 2003). A primeira corresponde ao discurso oficial de sustentabilidade, politicamente pragmático que defende a dimensão econômica e tecnológica da sustentabilidade, entende que a economia de mercado seja capaz de liderar a transição para a sustentabilidade por meio de *tecnologias limpas* e defende a possibilidade de articular crescimento econômico e preservação ambiental. Segundo esta perspectiva, economia e ecologia não são só conciliáveis, mas também complementares uma da outra no caso de tornar possível elevar a produção reduzindo o consumo de recursos naturais e a quantidade de resíduos industriais.

Ainda segundo Costa Lima (2003), a segunda matriz interpretativa de sustentabilidade, a qual eu defendo neste ensaio, bem mais complexa e multidimensional, tenta integrar o conjunto da vida individual e social, prioriza o preceito de equidade social e desconfia da capacidade do RPEM, Campo Mourão, Pr, v.2, n.2, jan-jun. 2013

mercado como alocador de recursos. Esta segunda matriz sustenta que a sociedade civil isolada não é capaz de se contrapor às forças do mercado e entende que a democratização do Estado e sua articulação às forças da sociedade civil são os pilares do seu sucesso. Comungo que não há sustentabilidade possível sem a incorporação, nesta discussão, das desigualdades sociais e políticas, de valores éticos de respeito à vida e às diferenças culturais. Um exemplo é o FIB - Felicidade Interna Bruta - um índice criado em 1972 pelo Reino do Butão, que mede a satisfação da população a partir de nove itens, como educação, padrão de vida e uso do tempo no dia-a-dia, em detrimento dos modelos tradicionais de julgar o padrão de vida das populações pelo crescimento econômico.

Com tudo isso, concordo com Diegues (1992, p.28) sobre a necessidade de se pensar o problema global sob a perspectiva de “sociedade ou sociedades sustentáveis” e não de “desenvolvimento sustentável”. Segundo os inúmeros significados que a palavra sustentável pode nos oferecer (COSTA LIMA, 2003), é importante, nesta linha de pensamento, “que cada sociedade se estruture em termos de sustentabilidades próprias, segundo suas tradições culturais, seus parâmetros próprios e sua composição étnica específica” (DIEGUES, 1992, p.28) e o autor completa sua argumentação:

O conceito de “sociedades sustentáveis” parece ser mais adequado que o de “desenvolvimento sustentável” na medida em que possibilita a cada uma delas definir seus padrões de produção e consumo, bem como o de bem-estar a partir da sua cultura, de seu desenvolvimento histórico e de seu ambiente natural. Além disso, deixa-se de lado o padrão das sociedades industrializadas, enfatizando-se a possibilidade da existência de uma diversidade de sociedades sustentáveis, desde que pautada pelos princípios básicos da sustentabilidade ecológica, econômica, social e política, anteriormente descritos (p.28).

Diante dessas reflexões sobre o conceito de sociedades sustentáveis, discutirei a questão da formação de professores de Matemática de modo que tais pressupostos de sociedade, conforme a segunda matriz de sustentabilidade apresentada acima, possa ganhar força nestes tempos de mudanças na sociedade brasileira no que se refere à formação de professores e o pouco interesse que tem sido demonstrado pelos nossos jovens a se tornarem professores.



## **Formação de professores de Matemática em sociedades sustentáveis**

A questão da formação de professores perpassa pela problemática da especificidade das Licenciaturas em congregar conteúdos específicos com formação pedagógica, visando às práticas na Educação Básica. Segundo Moreira e David (2005), essa questão é histórica e começa com o modelo inicial de “3 + 1”. Em 1980 são incorporadas ao currículo do curso as chamadas disciplinas integradoras, formando um novo bloco de disciplinas – específicas, pedagógicas e integradoras – e que ao longo do tempo há um reconhecimento generalizado de que tais disciplinas integradoras não mostram os resultados esperados e hoje convivemos com pouca articulação entre o que se ensina na Universidade e o que, efetivamente, se constitui a prática do professor na Educação Básica.

Alguns autores nos ajudam a discutir a questão dessa articulação. Numa perspectiva, Chevallard (1991) e sua teoria da transposição didática, regulada pela matemática científica e pelas ciências da educação, e na outra, Chervel (1990), ao propor algumas reflexões sobre o campo de pesquisa constituído pela história das disciplinas escolares em defesa de uma construção fundamentalmente endógena à escola. Para outros, como Moreira e David (2005):

[...] matemática escolar constituiu-se com base em disputas que se desenvolvem no plano das prescrições curriculares, mas resulta, em última instância, do processo pelo qual a prática escolar, valendo-se de sua lógica e de seus condicionantes, opera sobre as prescrições. Esse processo envolve elementos da produção, retradução, seleção, adaptação e também de *carência* de saberes” (p.52, grifo dos autores).

Talvez seja essa a questão de fundo na formação de professores: perceber as especificidades do conhecimento escolar, diferentemente dos conhecimentos acadêmicos. Mais especificamente, na formação de professores de Matemática encontramos, ainda, uma forte resistência às mudanças curriculares e em muitos lugares, ainda, a existência de um sistema em que as disciplinas específicas são as mesmas, tanto para o bacharelado quanto para as RPEM, Campo Mourão, Pr, v.2, n.2, jan-jun. 2013



licenciaturas, ficando sob a responsabilidade das disciplinas pedagógicas, com carga horária bem mais reduzida do que as específicas, de fazer do curso de licenciatura o espaço próprio para o desenvolvimento das práticas educacionais do futuro professor da Educação Básica.

Feitas essas primeiras aproximações de antigos problemas das Licenciaturas em Matemática, volto ao tema do ensaio sobre a formação de professores de Matemática para uma *sociedade sustentável*. Lembrando que entendemos por sociedades sustentáveis aquelas que se propõem à busca pela ética e pela cidadania no seu sentido mais amplo, por sociedades ecológicas e socialmente mais justas, com opções econômicas e tecnológicas diferenciadas, mesmo considerando que tais características, num certo sentido, ainda encontram-se em fase embrionária. Acredito na necessidade de outros paradigmas educacionais para a formação de professores de Matemática, no sentido da busca de mecanismos para que tais sociedades, se não existem, passem a existir. Tais características podem ser encontradas no que denominamos de Modelagem Matemática.

Em Meyer, Caldeira e Malheiros (2011), indicamos algumas mudanças de paradigmas necessárias para a possibilidade de construção de sociedades sustentáveis com enfoque na Educação Matemática.

A primeira delas é a necessidade do aprender do aluno. Não se trata apenas de motivá-los, é necessário um *precisar* da Matemática pelo aluno, o que pode ser resultado de um anseio da comunidade, da escola ou dos alunos. A segunda trata-se de uma mudança epistemológica do professor que ensina para o aluno que aprende. O aluno torna-se sujeito *aprendedor*. A terceira é que algo de *novo* pode (e deve) ser feito. O professor trabalha com os alunos não apenas orientando a recuperação de conceitos já conhecidos, mas provocando o processo de criticar conceitos, usos, estratégias, algoritmos, resultados e precisão.

Faz-se necessária também a mudança de paradigma na postura do aluno. Constata-se, segundo os autores, que durante o tempo de escolarização os alunos se tornam cada vez mais calados, porque aprenderam desde sempre que os problemas lhes são apresentados e que eles devem apenas utilizar a Matemática para resolvê-los, sem questionar o porquê estão fazendo aquilo, de fato.

Percebe-se que em atividades de Modelagem os alunos são os principais atores do processo, e o professor, na maioria das vezes, orientando no sentido de fazer com que a ênfase esteja na relação do aluno com o conhecimento. E, por fim, o mais importante no processo de Modelagem não é a construção do modelo em si, mas as reflexões advindas das propostas pelo trabalho com Modelagem. Fenômenos e situações com características de sociedades sustentáveis, na perspectiva da segunda matriz apresentada anteriormente (Costa Lima, 2003), colaboram na construção de um pensamento sobre a garantia de sociedades futuras.

Para que tais paradigmas possam ser superados, faz-se necessária uma reflexão sobre os cursos de Licenciaturas em Matemática. Além dos apontados anteriormente, de caráter mais interno à própria legislação vigente, Meyer, Caldeira e Malheiros (2011) nos alertam que formar professores nesta perspectiva consiste em desmontar uma estrutura em que o importante é a transmissão de conhecimentos prontos e acabados, sistematizados ao longo do processo de educação, pois:

Pelo contrário, tal proposta visa por em evidencia, ou tornar visíveis, saberes e conhecimentos mais amplos do que os somente contemplados pela Universidade, ou seja, ampliar o seu campo de ação e redimensionar o seu trabalho e de outros espaços do saber, privilegiando outra ética para os processos educacionais, em que cada um dos membros de determinado grupo inscreva-se e localize-se em um espaço de conhecimento efetivamente democrático (p.63).

Partindo do pressuposto de que se faz necessário um redimensionamento dos conhecimentos matemáticos veiculados na escola em detrimento dos ensinados na Universidade e que outros conhecimentos advindos das práticas sociais escolares em que, também, são produzidos conhecimentos não prescritos nos apêndices curriculares nacionais, a Modelagem Matemática favorece sobremaneira aspectos que se caracterizam como sustentáveis.

### **Modelagem Matemática e suas relações com o conceito de sustentabilidade**

Em artigo anterior (CALDEIRA, 2009), defendi a ideia da Matemática numa perspectiva cultural e assinali a Modelagem Matemática não como um método de ensino e aprendizagem, mas como um conceito de se educar matematicamente na escola. A primeira justificativa, a mais fraca, é que o sucesso de uma disciplina - no caso a Matemática - não depende do método. A segunda, a mais forte, é que tomando a Modelagem como método estaremos, simplesmente, legitimando uma Matemática institucionalizada e prescrita nos currículos oficiais sem questioná-la. Numa linguagem mais simples, estaremos buscando contextualizações no cotidiano dos alunos para justificar o currículo prescrito.

Tomando a Modelagem como um conceito – e admitindo não ser ela a única forma de se ensinar e aprender Matemática – começo minhas argumentações chamando a atenção para o fato de que não se trata de uma receita de como se possa fazer com que o interesse dos alunos apareça, mas mostrar que pela Modelagem é possível, além de atender o currículo prescrito, fazer com que alguns conteúdos que constituem esse currículo sirvam de instrumentos de compreensão para que conteúdos éticos, sociais, culturais e ambientais possam ser incluídos nos currículos de Matemática da Educação Básica.

Pelas características dos procedimentos de que é constituída a Modelagem, enquanto um conceito, tendo como pressuposto a ação dos alunos, incorporada à coordenação e participação dessas ações pelos professores, abre-se a possibilidade de ir além daquilo que está prescrito no livro didático. Pesquisas sobre temas relacionados à reflexão em direção a uma *sociedade sustentável* se mostram como um dos caminhos para se iniciar um processo de busca de elementos matemáticos que ajudarão nestas reflexões.

Diferentemente do material prescrito que serve de apoio para os professores, tais como livros didáticos e, no caso do Estado de São Paulo, dos “caderninhos” (SÃO PAULO, s/d) oferecidos pelo poder público estadual, o desencadeamento do processo de Modelagem pode começar pelos temas que se manifestam na comunidade dos alunos e que, transformados em situações didáticas, oferecem subsídios para a discussão, reflexão, ação e decisão sobre encaminhamentos futuros por parte dos alunos e professores e isso acontece em pelo menos duas dimensões. A primeira trata da necessidade de organizar a sociedade no sentido de proporcionar

que os assuntos trabalhados na sala de aula possam ganhar espaços públicos, oferecendo à comunidade os resultados das discussões tratados em sala de aula, e, em alguns casos, a possibilidade de que tais ações se concretizem decorrentes desta organização das comunidades. Um exemplo disso foi a construção de uma caixa d'água para a comunidade de pescadores da Ilha das Peças no litoral do Paraná, decorrente de um trabalho de Modelagem feito pelo autor deste ensaio (CALDEIRA, 2009a).

A outra dimensão se apresenta no plano da consciência. Não se trata aqui de que ações e reflexões pautadas em sala de aula se tornem efetivamente realizadas na comunidade, mas que sejam implantadas na consciência de alunos e professores e tornem necessária uma mudança de comportamento. Mudando, no sentido de priorizar ações no cotidiano que contribuam para minimizar impactos considerados nocivos no sentido de atender uma demanda de sustentabilidade local ou regional, como por exemplo, a diminuição de gastos de energia, reciclagem doméstica e industrial, participação coletiva de ações predominantemente individuais, como, por exemplo, o uso mais restrito de automóveis, hortas cooperativas, diminuição do consumo ou mesmo o simples fato de fechar a torneira enquanto escovar os dentes. Assuntos que constituem os *temas transversais* discutidos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997) são sempre bem vindos como subsídios de implementação de discussões que alavancariam a busca de argumentos para a efetiva construção da cidadania no seu sentido mais amplo. Isso tudo é possível com a Modelagem sendo incorporada nas práticas de sala de aula.

No plano teórico, tais características se aproximam do que tem sido denominado de Educação Matemática Crítica (SKOVSMOSE, 1994; 2000; 2001; 2007) e autores mais ligados à Modelagem (CALDEIRA, 2007; BARBOSA, 2007; ARAÚJO, 2007; SANTOS; BISOGNIN, 2007) tem nos proporcionado exemplos de como tais práticas podem ser implementadas na sala de aula: reflexões e ações implementadas com a ajuda da Matemática oferecem aos seus leitores e praticantes oportunidades de perceber o quanto quantificar se faz necessário para qualificar tais fenômenos.

## **Conclusões**

Retomando o título deste ensaio e transformando-o numa pergunta, teríamos: que contribuições a Modelagem pode oferecer à formação de professores de Matemática para uma *sociedade sustentável*? A resposta poderia vir de muitas maneiras, mas aquela que mais se aproxima seria, num primeiro momento, tentar mudar alguns paradigmas já consolidados pelas práticas escolares.

A primeira delas, e não necessariamente na ordem de prioridade, seria tentar incorporar discussões e reflexões na formação de professores sobre novas ações, que supostamente não povoam as práticas de escolas e professores com características mais conservadoras, em ações já sedimentadas nos *pilares* que sustentam as práticas de sala de aula, como por exemplo, os objetivos das aulas de Matemática, a discussão sobre os espaços escolares, o papel do professor, o papel dos alunos, o programa e as avaliações. A segunda, de caráter mais geral, incorporar nos discursos de formação, mudanças na sala de aula que sustentem o ideal da contemporaneidade, tais como visão de mundo, tomada de consciência, aprendizagem, integração, complexidade, valores e noção de tempo.

Tomando a primeira delas por se tratar mais especificamente do ambiente escolar, no que se refere aos objetivos das aulas de Matemática, não deve ter somente o aprendizado dos conteúdos da Matemática como o foco principal. Olhar sim para os conteúdos da Matemática, mas não mais naquela perspectiva de que a contextualização serviria apenas para justificar a presença da Matemática na escola, portanto, ter uma perspectiva de que tais conteúdos possam ganhar significado para o aluno e que, a partir deles, seja possível fazer uma reflexão sobre tais contextualizações. Isto significa olhar também para o aluno na sua completude e fazer com que ele perceba que a Matemática ali presente faz parte de um contexto mais abrangente, tal como as relações sociais, políticas e culturais.

Os espaços educacionais podem acontecer nas salas de aulas, mas não somente. Outros espaços devem ser ocupados, tais como visitas a lugares que possam servir de subsídios para

uma discussão de caráter mais amplo do que a própria Matemática. Espaços como indústrias, aterros sanitários, parques ecológicos, museus, teatro, cinema, praças, plantações e atividades agropecuárias devem fazer parte do currículo de Matemática.

O papel do professor deve ser sim de transmitir conhecimentos, mas não somente. O professor é que detém os conhecimentos matemáticos necessários para auxiliar seus alunos nas práticas escolares e muitas vezes será ele o responsável em transmitir tais conhecimentos da linguagem acadêmica para a linguagem escolar. No entanto, ele também, em muitos momentos, será apenas o coordenador das ações que os próprios alunos irão desenvolver e, nestas ações, conhecimentos matemáticos advindos da vivência desses alunos fora da escola, comporão o rol de conteúdos que se constituirá o currículo da Matemática. Assim, o papel do professor deverá ser o de facilitador das relações instituídas pela escola e fazer com que os alunos percebam a multiplicidade de conhecimentos que podem estar envolvidos, quando se propõe a aprofundar saberes já sedimentados pelos alunos. Ao mesmo tempo, o educador deve fazer da escola uma instituição que possa oferecer ao educando uma comparação entre aquilo que ele já traz da sua vivência fora da escola e aquilo que a escola pode oferecer de uma maneira mais sistematizada de conhecimentos que, possivelmente, teriam poucas chances de aprender fora dela e que se traduz como estratégia de sobrevivência na contemporaneidade. Aqui se trata do investimento que os pais depositam nos seus filhos, olhando para o futuro, não só deles, mas de toda coletividade.

O papel do aluno deve ser sim, em muitos momentos, de ouvir, mas não somente. Criar uma cultura escolar em que alunos são convidados a falar. Isto acontece com pouca frequência decorrente de uma cultura escolar de que a escola ensina e o aluno aprende. A história da constituição da sala de aula nos ajuda a entender essa postura. Desde os remotos tempos em que a sala de aula se tornou um espaço de confinamento de crianças e jovens, o paradigma de que elas deveriam ser *educadas* segundo os cânones, principalmente, aqui no Brasil, inicialmente pelos representantes da igreja católica jesuítica e posteriormente pelo estado democrático, a constituição física e espacial da sala de aula traduz uma forma de comportamento dos alunos em ouvintes.

Tal fato também tem suas raízes na natureza do conhecimento veiculado pela escola. Se os professores partem do pressuposto de que o conhecimento está pronto, o melhor método é informá-lo aos alunos. Assim, não se faz necessário o debate, a crítica, o estabelecimento de novos valores. Como já apontado anteriormente, crianças entram na escola entusiasmadas e dispostas a participarem; com o passar do tempo, vão percebendo que tudo o que elas falam tem pouco valor e pouca repercussão, então vão se calando cada vez mais, ao ponto de que quando chegam à universidade – se chegam – percebemos alunos universitários quase mudos. Fazer o aluno falar e dar credibilidade à sua fala é o desafio da escola contemporânea. A Modelagem ajuda muito nisso.

Programas fechados como o do Estado de São Paulo, em que se tem que seguir uma *cartilha* e que professores, alunos e escola são avaliados por meio de uma série de prescrições, engessam o processo de mudança e ferem a autonomia dos professores. Temas que não fazem parte do rol de conteúdos desses programas fechados dificultam sobremaneira o trabalho com a Modelagem. Ameaças ocultas com exames e provas condicionadas a prêmios e vantagens salariais ofuscam um programa flexível e a liberdade de se trabalhar com aspectos que poderiam favorecer uma discussão sobre sustentabilidade. Linearidade tanto nos conteúdos de Matemática como na articulação dos anos de escolaridade, bem como exames nacionais num país de dimensões como o Brasil, podem atender a demandas mercadológicas de obtenção de recursos financeiros, mas pouco acrescenta para uma concepção de educação democrática e emancipadora. Alunos, professores e programas do Sertão da Paraíba, não são como alunos, professores e programas do interior paulista ou catarinenses por exemplo. Não são realidades melhores ou piores, são realidades diferentes e, como tal, devem ser tratadas como diferentes. O conceito de *sociedade sustentável* aliado à Modelagem ajuda a olhar para essas diferenças.

Enfim, para que se possa enfrentar o grande desafio da contemporaneidade, que a meu ver seria a mudança de estratégias na nossa forma de sobrevivência enquanto espécie no planeta e colocar como foco central na escola o conceito de sustentabilidade, na sua forma mais democrática e participativa, - em que sociedades sustentáveis possam substituir pelo de desenvolvimento sustentável - encontraremos na Modelagem uma grande aliada. Obviamente,



como têm mostrado recentes pesquisas na área, os obstáculos e as resistências, tanto de professores como de alunos e pais, são grandes, mas a esperança de que tais mudanças nos projetarão para um mundo mais justo, mais harmonioso, mais saudável e mais feliz nos ajudam a seguir em frente.

### **Agradecimento**

Gostaria de agradecer ao Professor Everaldo Silveira pelas críticas e sugestões na finalização deste texto.

### **Nota**

\*Professor do Departamento de Metodologia de Ensino e do Programa de Pós Graduação em Educação do Centro de Educação e Ciências Humanas da Universidade Federal de São Carlos. E-mail: [mirocaldeira@gmail.com](mailto:mirocaldeira@gmail.com)

### **Referências**

ARAÚJO, J. L. Relação entre matemática e realidade em algumas perspectivas de modelagem matemática na Educação Matemática. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Orgs.) **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira**: pesquisas e práticas educacionais. Recife: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2007. p. 17-32.

BARBOSA, J. C. A prática dos alunos no ambiente de modelagem matemática: o esboço de um framework. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Orgs.) **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira**: pesquisas e práticas educacionais. Recife: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2007. p. 161-174.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.126p.

BRUGGER, P. **Educação ou adestramento ambiental**. Chapecó: Argos: Florianópolis: Letras Contemporâneas, 2004.

CALDEIRA, A. D. Etnomodelagem e suas relações com a educação matemática na infância. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Orgs.) **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira**: pesquisas e práticas educacionais. Recife: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2007. p. 81-97.

CALDEIRA, A. D. **Modelagem matemática**: Um outro olhar. Alexandria. Revista de Educação em Ciência e Tecnologia. 2(2), 2009, 33-54.

CALDEIRA, A.D. Mathematical Modeling and Environmental Education. **Differents perspectives on research in teaching and learning mathematical modelling. Proceeding from Topic Study Group 21 at ICME-11 in Monterrey, Mexico**. IMFUFA, Department of science, systems and models: Roskilde. 2009a.

CHERVEL, A. **História das disciplinas escolares**: reflexões sobre um campo de pesquisa. Teoria & Educação, nº 2, 1990, p. 177-229.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica**: del saber sabio al saber enseñado. Buenos Aires: Aique.1991.

CMMAD – Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas. 1998.

COSTA LIMA, G. O discurso da sustentabilidade e suas implicações para a educação. **Ambiente & Sociedade**, NEPAM/UNICAMP, Campinas, vol. 6, nº 2, jul- dez, 2003.

DIEGUES, A. C. Desenvolvimento Sustentável ou Sociedades Sustentáveis: da crítica dos modelos aos novos paradigmas. **São Paulo em Perspectiva**, 6(1-2): 22-29, jan./jun.; 1992.

LEIS, H.R. **A modernidade insustentável**: as críticas do ambientalismo à sociedade contemporânea. Petrópolis-RJ: Vozes; Santa Catarina: UFSC, 1999.

MEYER, J. F. C.; CALDEIRA, A. D.; MALHEIROS, A. P. **Modelagem e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

MEADOWS, D. H. *et al.* **The Limits to Growth**. Nova York. Universe Books, 1972.

MOREIRA, P. C. M.; DAVID, M. M. M. S. O conhecimento matemático do professor: formação e prática docente na Educação Básica. **Revista Brasileira de Educação**, Jan /Fev /Mar /Abr, n.28, 2005.

SANTOS, L. M. M.; BISOGNIN, V. Experiências de ensino por meio da modelagem matemática na educação fundamental. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L.

RPEM, Campo Mourão, Pr, v.2, n.2, jan-jun. 2013

(Orgs.) **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais.** Recife: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2007. p. 99-114.

SÃO PAULO. **Coordenação do Desenvolvimento dos Conteúdos Programáticos, dos Cadernos dos Professores e dos Cadernos dos Alunos.** São Paulo. s/d.

SCOTTO, G.; CARVALHO, I.C. M de; BELINASSO, L. **Desenvolvimento Sustentável.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

SACHS, I. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir.** São Paulo: Vértice, 1986.

SKOVSMOSE, O. **Aphorism and critical mathematics education. For the Learning of Mathematics,** Kingston, v. 20, n. 1, p. 2-8, mar. 2000.

SKOVSMOSE, O. **Educação matemática crítica: a questão da democracia.** Campinas: Papirus, 2001.

SKOVSMOSE, O. **Educação crítica: incerteza, matemática, responsabilidade.** Trad. Maria Aparecida V. Bicudo. São Paulo: Cortez, 2007.

SKOVSMOSE, O. **Towards a Philosophy of Critical Mathematics Education.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994.