

Modelagem Matemática: um outro olhar

ADEMIR DONIZETI CALDEIRA

Departamento de Metodologia de Ensino do Centro de Ciências da Educação da Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC, miro@ced.ufsc.br

Resumo: Este texto discute a possibilidade de tratar a Modelagem Matemática não simplesmente como um método de ensino e aprendizagem, mas como uma concepção de educação matemática. Para isso, o texto está organizado em três partes: na primeira, discutirei a abordagem da matemática numa perspectiva cultural; na segunda, de que pressuposto epistemológico se sustenta a Modelagem Matemática vista nessa perspectiva e, finalmente, os aspectos didático-pedagógicos que sustentam tais argumentações.

Abstract: The present text discusses the possibility of presenting Mathematical Modeling as a broader concept of mathematical education and not only as a teaching-learning method. It is organized in three main sections: the first step is that of presenting mathematics from a cultural perspective, and the second part consists of the groundwork upon which Mathematical Modeling is based from the mentioned perspective and, finally the pedagogical and didactical aspects that support the proposed arguments.

Palavras-chave: educação matemática, modelagem matemática, linguagem.

Keywords: mathematical education, mathematical modeling, language

Introdução:

Iniciarei minhas considerações sobre a Modelagem Matemática e suas relações com a cultura. Isso implica, em termos educacionais, não tratá-la apenas como um método de ensino e aprendizagem, no sentido de atribuir significado ao currículo oficial¹, ligada ao *como*, ao invés disso discutirei a Modelagem Matemática como uma *concepção de educação matemática*² que seja possível incorporá-la nas práticas dos professores e professoras, além do aspecto metodológico, também possíveis proposições matemáticas produzidas por meio dos vínculos sociais³. Pensar a Modelagem Matemática como um dos possíveis caminhos de uma nova forma de estabelecer, nos espaços escolares, a inserção da maneira de pensar as relações dos conhecimentos matemáticos e a sociedade mais participativa e democrática.

Antes da questão central, que é discutir os aspectos teóricos e metodológicos da Modelagem Matemática como uma concepção de educação matemática, que possa incorporar também proposições matemáticas advindas das interações sociais, temos que pensar naquele

¹ Denomino currículo oficial aquele estabelecido pela escola previamente, na maioria das vezes, seguindo uma lista de conteúdos ditos “universais” decidida somente pela escola.

² Adoto aqui a palavra *concepção* no sentido de conceber ou criar uma nova forma de educar matematicamente.

³ “A noção de vínculo social remete ao conjunto de relações que estabelecemos com pessoas com quem compartilhamos um espaço de vida: conversas, interesses comuns, ações coletivas, respeito mútuo, etc” (CHARLOT, 2008, p. 28)

que implementará tal concepção na sala de aula – o professor. Considerar que o professor⁴ de matemática precisará dar conta de uma nova forma de racionalizar advinda das questões que se fizeram notar na virada do século XIX para o século XX, bem como das contradições econômicas, sociais e culturais que se fizeram na virada do século XX para o Século XXI.⁵

Como nos diz Rouanet (1987), depois de Marx, Freud, Weber, Adorno, Foucault, cada um deles com suas contribuições, “precisamos de um racionalismo novo, fundado numa nova razão”. (p.12). Chauí (1999) também nos mostra as várias mudanças que vêm ocorrendo neste conceito em virtude de novos fatos ocorridos na história. Fatos importantes vindos do campo da ótica, da física quântica e da teoria da relatividade. Fatos vindos pela lógica de Frege, fatos trazidos da antropologia, “que mostraram como outras culturas podem oferecer uma concepção muito diferente do que estamos acostumados sobre o pensamento e a realidade” (p. 62). Esses fatos levaram a introduzir um novo princípio racional: o da indeterminação.

Hoje, o que se pretende, dentro ou fora da escola, é uma racionalidade sustentada por uma forma não mais sobre os pilares do determinismo e das verdades imutáveis, mas aquela baseada em pressupostos do pensamento sistêmico e da complexidade. Isso tudo, de uma maneira geral, muda muito a questão da formação de professores e a formação de professores de matemática, principalmente, quando se pretende buscar elos entre a cultura da matemática escolar⁶ e seus vínculos com a sociedade.

Pensar a Modelagem Matemática como uma nova concepção de educação matemática é nos deslocarmos do determinismo e das verdades imutáveis para uma racionalidade que dê conta dos pressupostos do pensamento sistêmico e da complexidade. Para isso será preciso discutir os fundamentos epistemológicos que sustentam tais concepções, e a partir daí, fazer as nossas próprias escolhas.

⁴ Usarei a palavra *professor* quando se tratar da figura simbólica que cumpre a função docente e as palavras *professor* ou *professora* quando me refiro à pessoa singular que cumpre essa função no dia-a-dia.

⁵ Charlot (2008) também nos mostra as contradições que os professores enfrentam na contemporaneidade, desde aquelas advindas das mudanças que se fizeram notar no final do século XX, tais como a nova função que a escola passa a assumir a partir da década de 60-70, bem como as contradições no cotidiano dos professores entre ser herói ou vítima; de achar o culpado do fracasso escolar; de ser tradicional ou construtivista; de ser universalista ou respeitar as diferenças; de restaurar a autoridade ou amar os alunos; a escola vinculada à comunidade ou a escola como lugar específico.

⁶ Miguel (2005) nos apresenta um programa de pesquisa constituído de alguns princípios. Um deles discute a questão relativa à terminologia de cultura matemática propriamente dita e cultura educativa em matemática. Mesmo considerando que se faz necessário uma mudança da disciplina escolar matemática para educação matemática, ainda não temos uma mudança efetiva nesta direção, assim, considere o termo cultura da matemática escolar me referindo àquela que tenho visto nos trabalhos envolvendo Modelagem Matemática em que situações da realidade do aluno são tratadas sob o ponto de vista da cultura matemática produzida apenas pelos matemáticos profissionais – aquela denominada de universal - não querendo dizer com isso, que a cultura escolar não deva ser também constituída por “todas as outras formas de atividades e culturas matemáticas que têm sido produzidas em diferentes práticas sociais que têm sido realizadas em outros contextos institucionais que não o meio científico-acadêmico.”(p.142)

Se conseguirmos identificar de que maneira podemos conhecer a Matemática, quando acreditamos que ela pode ser um conhecimento que vive entre nós, na sociedade, teremos dado um grande passo para romper o determinismo e a imutabilidade tão presente na matemática escolar.

Uma primeira aproximação é aceitar a Matemática não mais como aquela defendida pelos pitagóricos e, posteriormente, por Platão de que ela habita fora dos cinco sentidos e posicioná-la numa dimensão humana. Isso nos remete a alguns pontos, dentre eles:

- Uma concepção de que a Matemática não foi descoberta, mas que é construída ou inventada por meio de padrões e convenções (WITTGENSTEIN, 1999);
- Um currículo que não apenas leve em consideração a “universalidade” da matemática, mas que possa também considerar aspectos de uma matemática construída nas interações sociais;
- Os valores humanos devem estar intimamente relacionados com a concepção da matemática como construção ou invenção em que se faz presente o diferente.

Assim, para tentar mostrar que a Modelagem Matemática não se trata apenas de um método, mas de uma concepção de educação matemática, estruturarei minhas considerações em três partes: na *primeira*, tentarei mostrar que a Matemática deve estar intimamente relacionada com a Cultura para que a Modelagem Matemática possa se sustentar por essa concepção de educação matemática. Na *segunda*, tentarei identificar a que concepções epistemológicas e a que racionalidade referir-me-ei ao incorporar a dimensão cultural na Modelagem Matemática; na *terceira*, discutirei a questão do ensino e da aprendizagem nessa concepção.

1. A questão da Cultura e suas relações com a Matemática

Por ser a cultura um produto derivado do compartilhamento social presente em qualquer ser humano e por todos realizada, é absurda a idéia de que alguém não tenha cultura ou que tenha pouca cultura. Tal concepção, ideologicamente discriminatória, interpreta a cultura apenas no seu aspecto intelectual, sem, contudo, levar em consideração a multiplicidade da produção humana coletivamente elaborada. (GEERTZ, 1978; GUSMÃO, 2000; BANDEIRA, 1995).

Somos igualmente um produto cultural embebidos de crenças, valores, regras, objetos, sentidos, conhecimentos e tudo aquilo que se caracteriza como inerente à espécie humana, historicamente determinados com as condições da época e do local no qual vivemos. Assim, a

ação do indivíduo vai se manifestando em matéria prima para a concretização da sua própria cultura, gerando dessa maneira, os produtos culturais que classificarei aqui, como fazem alguns filósofos, em duas classes: as ideias e as coisas.

Partindo da necessidade de sobrevivência e da transcendência, (D' AMBRÓSIO, 1996), a nossa realidade está impregnada de coisas que são decorrentes de ideias e também de muitas ideias que são decorrentes das coisas. Assim, coexistem mutuamente as ideias e as coisas numa interdependência. Com isso, percebemos aí uma idealidade e uma materialidade que coexistem e que não podem ser separadas para a construção da cultura.

Tais produtos culturais não são apenas produzidos, eles devem ser também consumidos e reproduzidos e um dos produtos culturais imprescindíveis para a nossa existência é o conhecimento matemático, (MONTEIRO & POMPEU JÚNIOR 2001; SCHLIEMANN & OUTROS, 2003; FERREIRA, 2002; D' AMBRÓSIO, 2001; KNIJNIK & OUTROS, 2004; FERREIRA, 1997) dado que ele, por se constituir de entendimento, averiguação e interpretação quantitativa, apresenta-se como um dos instrumentos que nos subsidia como ferramenta para intervir na sociedade. Em muitos casos, somente quantificando, temos condições de poder avaliar qualitativamente.

Juntamente com o conhecimento matemático está a Educação, não somente escolar, mas de uma maneira geral, como veículo que transporta esse conhecimento matemático para ser interpretado, entendido, compreendido, produzido e reproduzido. Assim, educar pela cultura da matemática escolar⁷ nos leva a refletir sobre qual entendimento do conhecimento matemático temos tido nas nossas escolas. Isso, de uma certa maneira, remete-nos a uma discussão epistemológica e pedagógica ancorada na diferença, como por exemplo, da matemática vista como “pronta e acabada” e uma outra forma de entendimento denominada aqui de “em construção”.

Essas duas visões, epistemologicamente contraditórias, mostram-nos que, enquanto a primeira vê⁸ a matemática como a-histórica e não tendo nenhuma ligação com a sociedade e a cultura, a segunda, ao contrário, vê a matemática como dependente da cultura, histórica e socialmente construída. Discutir essas questões nos leva, sinteticamente, a pelo menos três implicações:

- A democratização do saber matemático;
- Uma formação crítica de cidadania;

⁷ ver nota 6.

⁸ Os objetos matemáticos que se constitui a cultura da matemática escolar é a mesma nas duas concepções o que muda é o que nós pensamos dela e isto vai fazer toda a diferença nas práticas escolares. Discutirei isso mais adiante.

- Uma solidariedade de classe social.

Essas três implicações devem permitir que os estudantes possam ter acesso ao etnoconhecimento matemático dominante⁹ - e a Modelagem Matemática, como concepção de educação matemática, também, fortalece tal entendimento - e possam dele se apropriar, intermediado pela ação do professor nas suas práticas, *sem, contudo, aceitar passivamente o caráter impositivo ou restrito a uma única forma de ver a matemática* e, principalmente, que tais conhecimentos matemáticos relacionados com a vivência desses estudantes evitem o pragmatismo daqueles que estejam freqüentando os bancos escolares para, apenas, aprender a trabalhar.

Portanto, tais implicações não caracterizam uma educação matemática na qual o estudante simplesmente aprenda o que ele utilizará na semana seguinte, no seu cotidiano, mas aquela que selecione e apresente os conteúdos matemáticos *necessários* para uma compreensão de sua própria realidade e o fortalecimento dos vínculos sociais.

Essa forma de entendimento sobre o conhecimento matemático exige uma reorientação curricular que proporcione não somente o “*levar em conta a realidade do aluno*” (CORTELLA, 2001, p.16) - e isso é a base fundamental quando se trata de Modelagem Matemática - mas também que se dê oportunidade para que o estudante possa participar desse processo, não apenas subsidiando práticas sociais para justificar a existência de *uma* matemática, mas pela forma de interpretar os possíveis significados que a Matemática possa ter, dependendo dos sentidos que a eles são atribuídos, decorrentes dos seus vínculos sociais (ORLANDI, 2007).

Isso distingue, sob o ponto de vista dos usos e dos métodos educacionais, as duas características epistemológicas apresentadas acima. Levar em conta a realidade dos estudantes – como defendem algumas perspectivas da Modelagem Matemática - não significa ter que aceitá-la, e aqui o ponto forte desta nova concepção – a crítica social, mas *partir* do seu universo para que ele consiga compreendê-lo e modificá-lo. (PIRES, 2000). A questão que se coloca é que, nos pressupostos dessa forma de pensar a Modelagem Matemática, não se trata apenas de aprender, na escola, as regras e convenções estabelecidas pela matemática “universal” e usá-la para conhecer sua realidade, compreendê-la e modificá-la, mas que a escola favoreça que estudante perceba que possa existir *além daquela que ele já conheceu na*

⁹ “A disciplina denominada matemática é na verdade uma etnomatemática que se originou e desenvolveu na Europa, tendo recebido algumas contribuições das civilizações indiana e islâmica e que chegou à forma atual nos séculos XVI e XVII, e então levada e imposta a todo mundo a partir do período colonial. Hoje adquire um caráter de universalidade, sobretudo em virtude do predomínio da ciência e da tecnologia modernas, desenvolvidas a partir do século XVII na Europa” (D’AMBROSIO, 1996, p.112)

escola e usa nas suas práticas sociais, um outro significado das proposições matemáticas que possa também ser usada no seu dia-a-dia e comparada com aquela dita universal.

Nesse sentido, Bachelard (1996, p. 23) coloca:

“Os professores de ciência imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto a ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos: não se trata, portanto, de *adquirir* uma cultura experimental, mas sim de *mudar* de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana” (grifos do autor).

Bachelard fala da Física e penso que na Matemática não seja diferente, no entanto, a menos que eu tenha feito uma má compreensão dos seus escritos, sou tentado a discordar deles em alguns pontos. Nossos estudantes, claro, mesmo as crianças, já trazem consigo “um” conhecimento matemático da sua realidade vivida e o que temos como missão na escola é mostrar que existe um “outro”, portanto, não se trata de “derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana”, no sentido de colocar outro no lugar, mas sim mostrar as multiplicidades de regras e convenções que estão estabelecidas pelas relações culturais.

O conhecimento matemático adotado pela cultura escolar incorporado pelos pressupostos da Modelagem Matemática, não mais simplesmente como um método de ensino-aprendizagem, mas como uma concepção de educação matemática que incorpore proposições matemáticas advindas das interações sociais, levando em consideração, também, aspectos da cultura matemática não escolar, deverá fazer com que o estudante perceba a necessidade do enfrentamento da sua realidade, lutar contra ela se necessário for; romper com determinadas amarras e com as adaptações a que comumente estão acostumados a lidar. Esse enfrentamento vai se dar não somente pela nova racionalidade, mas também e, principalmente, pela sua participação ativa em sala de aula. Problematizar, elaborar suas próprias perguntas, desenvolver por meio da pesquisa, refletir e tirar suas próprias conclusões – pressupostos básicos dessa perspectiva de Modelagem Matemática.

No entanto, para que aconteça a dinâmica entre o conhecimento matemático adotado na cultura escolar, e os conhecimentos matemáticos adotados na cultura não escolar, entre os indivíduos e as ações desses indivíduos, modificando a realidade de uma maneira democrática e crítica (SKOVSMOSE, 2001), precisamos também de outras formas de conhecimento, que venham junto, por isso, é imprescindível que um dos produtos ideais da cultura - os *valores* - não fiquem fora do processo. (D’AMBRÓSIO, 1997; WEIL & OUTROS, 1993; ARAÚJO & AQUINO, 2001). Por meio deles, fundamentamos nossa forma de ver o mundo e de pensar,

estruturando as coisas e os acontecimentos numa hierarquia de modo a estabelecer uma ordem em que dá sentido à vida. E isso a Modelagem Matemática, em todas as suas variantes, faz com maestria porque mostra, dá voz, pensa junto.

Cortella (2001) nos mostra que os valores dão forma ao nosso entendimento de mundo e definem nossas posturas em determinadas situações históricas dentro de um padrão de comportamento e de ações, de modo a direcionar nossos atos e pensamentos. Esse direcionamento vai nos orientar para uma visão de mundo e também vai orientar os nossos conhecimentos e os nossos conceitos. Tais conceitos é que nos guiam para as nossas ações e também para os nossos conceitos prévios, os nossos preconceitos.

Entretanto, valores, conhecimentos, conceitos e preconceitos mudam, e, considerando que a vida é processo, ser humano, então, é ser capaz de ser *diferente*. Assim, educar pela Matemática na perspectiva da Cultura, fazendo uso dos pressupostos da Modelagem Matemática como uma concepção de educação matemática, requer dos professores e dos estudantes a sensibilidade de perceber o diferente. Perceber o diferente na Modelagem Matemática é a capacidade de dar voz a todos, compartilhando saberes e entender que, nessa concepção, não se trata de “erros” (CORTELLA, 2001; CURY, 1995; PINTO, 2000), mas da multiplicidade de significados que possa existir nas mais variadas “formas de vida” (GLOCK, 1998).

Mas, os conhecimentos matemáticos, tanto aqueles adotados pela cultura escolar, quanto aqueles convencionados e padronizados pelas diferentes culturas, e os valores associados a eles, não possuem autonomia própria, dependem de que alguém os produza e reproduza sob o ponto de vista de cada cultura, portanto são históricos e sociais, atribuindo a eles, em cada cultura, um significado simbólico. E como todo símbolo está constituído de relatividade (CHAUÍ, 1999), ou seja, só ganha sentido em relação a um determinado grupo social, em um determinado tempo histórico e num determinado lugar, faz-se necessária uma atenção extremada por parte dos professores e da escola, à compreensão da visão de *alteridade*. (LINS, 1999; SIDEKUM, 2003).

Nesse sentido, tentar enxergar o “outro” ou o “novo” conhecimento matemático não deve implicar aceitá-lo passivamente, mas fazer com que tais conhecimentos possam conduzir o estudante a um lugar diferente de onde ele está. Mas, para aceitar as diferenças culturais, inclusive no contexto da educação matemática, faz-se necessário refletir sobre os fundamentos políticos e epistemológicos da teoria do conhecimento mais frequente entre nós e tentar ver onde o conhecimento matemático tem sua força maior.

Posto esta questão de situar a Matemática numa dimensão cultural e num currículo

sustentado pela matemática escolar, mas que leve em consideração não somente a realidade dos estudantes, mas também sua maneira de pensar, e à multiplicidade de sentidos que ele possa dar à matemática de modo que se possa perceber as diferenças, - características que sustentam essa perspectiva de Modelagem Matemática – voltemos, então, para tentar identificar a que concepções epistemológicas e a que racionalidade estamos nos referindo, quando pretendemos incorporar à dimensão cultural a contextualização e o diferente nessa nova perspectiva da Modelagem Matemática e o seu envolvimento com a Educação.

2. A questão epistemológica:

De uma maneira bastante simplista e, ainda presos à racionalidade da Ciência Moderna, podemos partir do pressuposto de que sempre existe um sujeito que conhece e um objeto que é conhecido. Nesse sentido há, pelo menos, três perspectivas dentro da teoria do conhecimento que lidam com a questão da *fonte do conhecimento matemático*: a primeira defende que a *fonte* está nas *idéias* - os racionalistas -; a segunda acredita que está nas *coisas* - os empiristas - e que habitam mundos separados, e a terceira que está na *relação* entre as ideias e as coisas, - os construtivistas¹⁰. (CHAUI, 1999).

As tendências que acreditam que a *fonte* do conhecimento matemático pertence, ou ao mundo das idéias, ou ao mundo das coisas, (habitando em mundos separados) procuram justificar que a *natureza* do conhecimento matemático se dá por meio de uma *descoberta*. Por outro lado, aquela que acredita que o conhecimento matemático está na inter-relação entre as ideias e as coisas defende que o conhecimento matemático se dá pela *construção*. Basicamente, são essas duas concepções - descoberta e construção - no que se refere à *natureza* do conhecimento matemático, que percorreram toda a história do pensamento ocidental e que, a opção por uma ou por outra é que vai fazer toda a diferença nos usos que fazemos da matemática e dos métodos que adotamos para sua efetiva aprendizagem.

Os que justificam que a natureza do conhecimento matemático se dá pela descoberta, definem-no como o que já está pronto, tanto no homem como na realidade, basta que o descubramos, tornando-o assim um conhecimento imutável, a-histórico e inquestionável. Nesse caso, ele existe previamente ao homem.

¹⁰ Usarei aqui a palavra *construtivista* não como uma concepção pedagógica, mas como uma concepção epistemológica que deriva da palavra *construção*, mais no sentido heraclíteano (tudo muda) em oposição à concepção idealista defendida por Parmênides (nada muda). Diferentemente da palavra *construtivismo* que tem sido comumente entendida como um método educacional construído por Piaget em oposição ao chamado *ensino tradicional*, portanto uso a palavra *construção* não como asséptico e descontextualizado, mas como algo histórico e cultural.

“De acordo com Platão, nossa alma já conheceu a maior parte das verdades e as esqueceu ao ganhar um corpo. Por isso, é preciso **reconhecer** (conhecer de novo) cada uma delas que já está coberta; é imprescindível delas lembrar novamente. Dessa forma, **aprender é recordar, conhecer é descobrir**”. (grifo do autor). (CORTELLA, 2001, p. 86).

Essa postura epistemológica teve suas raízes em Parmênides (530 a.C.-460 a.C.) e foi fortemente defendida por Platão (427 a.C.-347 a. C) e Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.), com ressonância na Idade Média com Santo Agostinho (354–430) e, posteriormente, com Tomás de Aquino (1225-1274) e, em seguida, pelos trabalhos de Descartes (1596-1650), Spinoza (1632-1677) e Leibniz (1646-1716) “para os quais a principal fonte e prova decisiva do Conhecimento eram os raciocínios dedutivos apoiados em princípios inatos evidentes por si mesmos e sustentados pela exatidão dos modelos matemáticos” (CORTELLA, 2001, p. 96). Por outro lado, Bacon (1561-1626), Locke (1632-1704), Hume (1711-1776) e Rousseau (1712-1778), “defensores da importância da percepção sensível e de que todo conhecimento provém da experiência, com ela deve ser provado, à cata da descoberta das leis estáveis da natureza” (Idem). Todos esses autores tiveram uma influência muito significativa no pensamento ocidental e representam até hoje, em muitos cursos de formação inicial e continuada, como as únicas possibilidades de entendimento da Matemática.

Alguns autores tentaram fazer a reconciliação entre as perspectivas racional e empírica como Kant (1724-1804), Hegel (1770-1831) e Husserl (1859-1938) e, mais recentemente, o pragmatismo de Dewey (1859-1912),

“...ao considerar o conhecimento institucionalizado, organizado nas disciplinas escolares, e seus respectivos conceitos como sendo ferramentas *úteis* que, aplicadas à experiência do aluno, produziriam outras experiências cristalizadas em novos conceitos, à maneira do cientista que aplica leis para prever novos fatos da natureza”. (GOTTSCHALK, 2008, p.3).

Por outro lado, para os que defendem que o conhecimento matemático está na inter-relação do homem com o mundo, ele vai sendo construído e, portanto, não existe previamente ao homem. Tais conhecimentos são estabelecidos por padrões e convenções pelo homem. Ele se constrói através da ação do homem, o que significa que ele pode ser visto como um processo que está em constante transformação. O conhecimento matemático, visto sob essa perspectiva, está sempre em movimento, porque depende do equilíbrio das dinâmicas culturais e da constituição de novas regras e convenções estabelecidas.

Nessa concepção epistemológica denominada construtivista, os conhecimentos

matemáticos que são aceitos como verdadeiros são relativos ao tempo e aos padrões estabelecidos pela sociedade e, portanto, dependem da cultura na qual esses conhecimentos se articulam. Nesse caso, o grau de certeza sobre aquilo que julgamos verdadeiro se dá olhando para a realidade do outro, compartilhada por grupos socialmente motivados de acordo com as compreensões prévias dessa realidade. Assim a pergunta: o que é aceitável como conhecimento matemático?, só pode ser respondida em relação a um determinado tempo, numa determinada sociedade, num determinado contexto cultural. O conhecimento instituído se altera de acordo com os padrões e critérios de certeza que as sociedades estabelecem. Padrões que são critérios de verdades em uma determinada sociedade não são, necessariamente, válidos para outras. (FORQUIN, 1993).

Poincaré (1988, p.54), por exemplo, defende a idéia da natureza do conhecimento matemático não como uma descoberta, mas como uma construção por estar relacionado diretamente com padrões e convenções.

“os axiomas geométricos não são, pois, nem juízos sintéticos a priori, nem fatos experimentais. São convenções. Nossa escolha, entre todas as convenções possíveis é guiada por fatos experimentais; mas ela permanece livre e só é limitada pela necessidade de evitar qualquer contradição”.(grifos do autor)

Num outro momento (p.54), ele diz:

“Então, o que devemos pensar da pergunta: A Geometria euclidiana é verdadeira? Ela não tem nenhum sentido. É o mesmo que perguntar se o sistema métrico é verdadeiro e as medidas antigas, falsas; se as coordenadas cartesianas são verdadeiras e as polares, falsas. Nenhuma Geometria pode ser mais verdadeira do que outra; o que ela pode ser, é ser mais cômoda.” (grifo do autor)

Isso nos leva a pensar que, sob o ponto de vista educacional, assim como o conhecimento matemático não é um privilégio de determinadas sociedades, ele também não é fruto da genialidade de alguns iluminados, mas sim de esforços, preocupações, e condições técnicas para que aquele que já existe possa ser modificado através de novas informações. Quando Euclides, Lobatchevsky, Riemann, ou Hilbert construíram suas geometrias, estavam criando suas próprias convenções e padrões de rigor para sustentá-las como conhecimento novo. No entanto, em nenhum caso - diferentemente quando identificamos construções matemáticas de povos indígenas, por exemplo, que cristalizaram suas regras e convenções mediadas pelos elementos da sua cultura – tais matemáticos a fizeram não porque pertenciam a alguma cultura específica na Grécia, na Alemanha ou na Inglaterra, mas produziram tais

conhecimentos sustentados pelas suas próprias regras e convenções, tomando (ou não) como referência aquelas que já existiam antes. No entanto, não deixaram de construí-las. Dentro dessa perspectiva, o conhecimento matemático também se constrói coletivamente pelas práticas críticas compartilhadas entre os indivíduos da sua cultura: grupos que se constituem daquilo que denominamos hoje de matemáticos profissionais.

Mas qual é a relação dessas reflexões com a Modelagem Matemática como concepção de educação matemática?

Partindo do pressuposto de que entendemos que a Modelagem Matemática está intimamente relacionada com *a realidade do aluno*, somos tentados a acreditar que ensinar e aprender, nessa perspectiva, é nos aproximarmos da tendência em que o conhecimento se articule entre os homens, compartilhando saberes e constituindo-se em cultura e não fora dos cinco sentidos como defendido pelos representantes da Matemática que habita o mundo das ideias e, portanto, pela descoberta.

Assim, a epistemologia que sustenta os pressupostos da Modelagem Matemática, como concepção de educação matemática é aquela em que os conhecimentos estão sendo construídos pelos homens¹¹ de acordo com seus interesses, sociais, políticos, econômicos e culturais, denominados aqui de construtivistas, estabelecendo para essa construção determinadas regras ou convenções.

3. A questão didático-pedagógica:

Em termos de currículo oficial escolar, em ambos os casos, tanto a concepção da descoberta, quanto da construção, (com todas as suas variantes: antropológica, experimental, sociológica ou cognitiva (COBB, 1996)), o que temos visto é uma Matemática escolar “pronta” (inclusive com a grife “escolar”). Mesmo admitindo que a Matemática esteja sendo construída nas interações sociais, ou mesmo que admitamos que ela seja constituída pelas regras e convenções daqueles escolhidos para serem os representantes dessa matemática, o que existe ainda nas nossas escolas é “uma única” matemática escolar que está posta nos currículos, ou seja, apenas como determinadas regras e convenções ditas universais – aquilo que comumente denominamos de lista de conteúdos - . O que diferencia nas práticas escolares são os métodos e os usos que fazemos dela, de acordo com as opções epistemológicas e pedagógicas.

Assim na perspectiva da Modelagem Matemática, apenas como método de ensino-aprendizagem, aos olhos dos estudantes, o conhecimento matemático já está pronto, porque

¹¹ Uso aqui a palavra *homem* não no sentido de gênero mas no sentido humano.

ele já foi cristalizado como *uma determinada* regra ou convenção, então, também para os olhos dos professores, o melhor método que deve ser utilizado é somente o da “transmissão” dessas regras e convenções. E a Modelagem Matemática, como método, exerce muito bem essa função, porque oferece “significados” empíricos dessas regras e convenções. “É em seu uso, ou seja, no momento de sua aplicação que a matemática adquire significado” (GOTTSCHALK, 2004, p.331).

Nessa perspectiva, existe já um conhecimento matemático que é tido como verdadeiro, porque existe uma convenção estabelecida pelos interesses de quem os “constrói” de que ele seja de uma determinada maneira e não de outra, independentemente da sociedade em que ele se articula; embora a Modelagem Matemática, como método, possa até sustentar, não que esse conhecimento esteja pronto e acabado, mas que ele esteja relacionado com o tempo e dependa de padrões e convenções para ser considerado verdadeiro.

Existe aqui uma contradição se entendermos a Modelagem Matemática somente como um método de ensino-aprendizagem. Essa Matemática defendida pelos pressupostos da Modelagem Matemática pode ser sustentada epistemologicamente pela construção mas, que deve ser ensinada nas escolas, sem nenhum tipo de variação; portanto ela também se constitui numa verdade absoluta, porque ela, repito, mesmo tendo sido construída pelos humanos, já se constituiu num produto final, quando foi determinada pelo currículo, como a única possível. Não mais uma matemática prescritiva, relativizada pelos membros da cultura, mas uma matemática normativa – que, segundo Poincaré, não pode ser provada pela experiência.

A diferença existente é que, se olharmos para o conhecimento matemático como um conhecimento construído pelos padrões e convenções, portanto em interação, e não mais olhando separadamente sujeito e objeto. Isso nos permitirá *acreditar* que as verdades matemáticas não estão prontas e acabadas e que não as descobrimos somente pela razão ou pelos nossos sentidos. No entanto, não basta apenas acreditar que isso possa ocorrer; temos que, na prática, oportunizar nossos estudantes e mostrar que, às vezes, é possível existir uma outra matemática que não somente aquela do currículo oficial.

Partindo da premissa de que a Matemática já está posta no currículo e que já se transformou numa verdade absoluta, o melhor caminho pedagógico para se chegar ao conhecimento matemático é copiar os exemplos dessas verdades, tanto vistas na perspectiva da concepção idealista quanto da concepção construtivista – o que é uma contradição, pois se adotamos a concepção construtivista, as verdades não são imutáveis, mas relativas ao tempo e à sociedade em que ela se articula. Assim, esse conhecimento deve ser repetido para que outras pessoas possam apoderar-se dele. Isso nos leva a aceitar que alguns humanos (daquela

cultura que determinou qual matemática deveria se cristalizar) chegaram mais perto da *verdade absoluta* através da descoberta (ou da construção) e, por isso, se quisermos aprender essa verdade, precisamos nos aproximar deles.

O caminho mais fácil para isso, mas não o mais ético, muito menos o mais democrático, sob o ponto de vista da apropriação desse conhecimento, é o professor oferecer aos estudantes as regras e as convenções sobre essas verdades, mesmo considerando que elas se constroem e, só no final, a ação dos estudantes, com aplicações de tais regras. O que a Modelagem Matemática, vista apenas como um método, difere-se da perspectiva defendida pelos formalistas, e que se constituiu no que chamamos de ensino tradicional, é que, na matemática tradicional, são oferecidas tais regras e convenções sem dar a oportunidade para que os estudantes participem do processo, caracterizando uma prática essencialmente reprodutivista. Ele ouve e repete, sempre, independentemente dos aspectos culturais e dos valores que estão embutidos nesses conhecimentos, criando, dessa maneira, uma forma de opressão. Na perspectiva da Modelagem Matemática, como método, o estudante vê tais regras e convenções serem “aplicadas” a contextos da sua realidade, favorecendo uma maior participação aos estudantes no processo educacional. A diferença fundamental, nesse caso, é que, no primeiro, as regras e convenções vêm antes, transmitidas pelo professor, e, somente depois, as aplicações, já na Modelagem Matemática como método; inverte-se a ordem: primeiro, as aplicações; depois, as regras e convenções. Mas sempre a *mesma e única* matemática.

Concordamos que os estudantes envolvidos com matemática da cultura escolar e em contato com a Modelagem Matemática não constroem seu próprio conhecimento matemático quando necessitam de uma ferramenta matemática para compreender situações da sua própria realidade; eles simplesmente se apoderam de regras e convenções que já estão estabelecidas pela cultura dominante. Assim, a matemática da cultura escolar que deve ser *ensinada* pelos pressupostos da Modelagem Matemática deve também ser transmitida pelos professores, possibilitando aos estudantes a assimilação de uma maneira mais suave, dado que tais conhecimentos, construídos pelo homem, ganham significados pelos problemas provenientes da sua realidade. Ele usa essa matemática inventada por outros para compreender situações da sua própria realidade.

O que a Modelagem Matemática, como método de ensino-aprendizagem faz, sustentada pela epistemologia sujeito-objeto, é dar entendimento quantitativo a problemas da realidade do estudante, buscando significados nas experiências do cotidiano, ou seja, a diferença da antiga e tão criticada concepção formalista está apenas no método justificado,

evidentemente, porque a *fonte* do conhecimento matemático é outra: não mais na razão como defendem os racionalistas, mas na experiência como defendem os empiristas. Nessas circunstâncias, não superamos a dicotomia entre sujeito e objeto, sob o ponto de vista didático-pedagógico; apenas nos deslocamos da concepção formalista clássica para a empírico-ativista (FIORENTINI, 1995), permanecendo numa concepção epistemológica sustentada pela descoberta.

Nesse sentido, estaríamos dando foros de verdade para a matemática institucionalizada; porque constatamos, empiricamente, que nossas indagações sobre a realidade estão sendo respondidas pelas regras e convenções instituídas pelo que chamamos de cultura da matemática escolar, defendendo, com isso, que a fonte do conhecimento matemático não estaria mais na razão, mas nas experiências do cotidiano.

No entanto, como o processo da Modelagem Matemática é dinâmico e permite ao estudante criar, ele pode também inventar algoritmos de resolução ou criar algum procedimento matemático, advindo de sua vida fora da escola, para resolver determinadas situações. Isso garantirá a multiplicidade de formas de pensar matemática e fugirá da sua imutabilidade e a-historicidade. Para isso, teremos que buscar uma nova epistemologia que fuja da concepção de sujeito-objeto. Uma das possibilidades poderá ser uma epistemologia construída pelos sentidos e significados dados pela linguagem (MATURANA & VARELA, 1995).

Um dos caminhos é fazer uma aproximação da Modelagem Matemática com a filosofia de Wittgenstein e tentar encontrar uma forma de entendimento que justifique aplicar a matemática às situações do mundo vividas pelo estudante, sem cair no reducionismo de que a matemática possa ser vista como um *único* conhecimento e que habita o mundo das ideias, nem tampouco achar que ela possa ser descoberta pelas experiências quando professores e estudantes a aplicam em situações dos seus cotidianos, nem tampouco achar que os alunos simplesmente a constroem.

O que defendo aqui é que os conhecimentos matemáticos não passam de regras e convenções, atreladas a técnicas e procedimentos que, por sua originalidade, praticidade, comodidade e facilidade de entendimento, foi ganhando adeptos ao longo da história e levadas por aqueles que detinham e detêm o poder e, assim, disseminadas para outros povos que as aceitaram pelas características acima citadas, que, por sua vez, acabaram também se cristalizando como um conhecimento dito matemático¹², ou seja, “Wittgenstein sugere que

¹² Temos observado em trabalhos nesta direção, algumas denominações para a matemática como “matemática dos Incas”, matemática dos ceramistas do Vale do Jequitinhonha, matemática dos “sem terra”, matemática dos quilombolas, matemática dos índios, dentre outras. Sempre se referindo à

vejamos as proposições matemáticas como regras a serem seguidas, atreladas a procedimentos e técnicas de natureza convencional, no interior de nossas *formas de vida*” (GOTTSCHALK, 2008, p.1 grifo da autora).

Assim, Wittgenstein (1999) vai nos mostrando na segunda fase da sua obra¹³ como se processa esse conhecimento e que, tal conhecimento abstrato e sem qualquer ligação com o conhecimento empírico, vai ganhando significado com o seu *uso* e é aí que vejo uma forte ligação com a Modelagem Matemática, pelas suas características de buscar respostas de determinados problemas que são possíveis de serem respondidas pelo que temos denominado de matemática.

Por isso, sob o ponto de vista epistemológico, não concordo com aqueles que a consideram como um conhecimento universal e absoluto que pode ser adquirido por um determinado método, porque o conhecimento matemático não é universal, muito menos absoluto e isso justifica o que temos defendido: a Modelagem Matemática não se constitui em um método para justificar a existência de apenas uma visão da matemática, imposta pelo currículo oficial. Prefiro pensar que a Modelagem Matemática deve servir para que possamos dar significado também pelo particular de uma cultura e não apenas para justificar uma matemática que já está pronta, denominada universal.

“os procedimentos que utilizamos para contar objetos dependem de nossas “formas de vida” (lebensformen) expressão utilizada por Wittgenstein para designar nossos hábitos, costumes, ações e instituições que fundamentam nossas atividades em geral envolvidos com a linguagem.” (GOTTSCHALK, 2008, p.28)

A Modelagem Matemática, vista apenas como um método de ensino-aprendizagem, porque não se oportuniza outras matemáticas que não a universal, nunca $2+2$ deixará de ser 4. Aparentemente, um absurdo para aqueles formados numa concepção idealista e imutável da matemática. Na perspectiva da Modelagem Matemática, vista sob o ponto de vista da Linguagem isso é possível. Quando Leibniz “provou” que $2+2=4$ (POINCARÉ, 1998), ele pressupôs uma determinada regra, independentemente do que ocorre de fato, ou seja, ao contrário da experiência convencional dessa maneira, pressupondo antes, algumas verdades absolutas e um determinado procedimento lógico. No entanto, alguém poderia sugerir uma outra lógica e criar um novo sistema que “provasse” que $2+2$ fosse diferente de 4^{14} , como

matemática de uma determinada cultura, mas também a matemática de “alguém” como por exemplo a geometria de Euclides, o triângulo de Pascal, o binômio de Newton, o teorema de Fermat, o teorema de Pitágoras, dentre outros.

¹³ Depois do *Tractatus Lógico-Philosophicus*

¹⁴ Ver trabalho de FERREIRA, Maria Kawall Leal. Quando $1+1 \neq 2$. Práticas matemáticas no Parque Nacional do Xingu. In Ferreira M.K.L.(org.) *Idéias matemáticas de povos culturalmente distintos*. São

ocorreu, por exemplo, mas em outro sentido, quando foi criada as geometrias não-euclidianas. Uma não invalida a outra; é apenas pressupor determinados sistemas de regras e convenções.

A questão principal no ensino e na aprendizagem da Matemática numa dimensão sócio-cultural é discutir essa forma de “ver” a matemática sob o ponto de vista pedagógico, assim, concordamos com Gottschalk (2008, p.24) quando coloca:

“Esta nova perspectiva (vinda da filosofia de Wittgenstein) sugere uma concepção de ensino e aprendizagem em que o papel do professor passa a ser ensinar significados através do *uso* que se faz deles em seus respectivos conceitos lingüísticos. E aprender, por sua vez, *é ser capaz de ver de outra maneira*, sem que essa outra maneira seja uma “variação” de uma hipótese inicial do aluno. Em outras palavras, aprender é estar disposto a *comparar* seu modo usual de empregar certa imagem com outro (não importa que tipo de imagem seja.” (itálico da autora)

Wittgenstein rompe com a visão essencialista da linguagem de que haveria um significado extralinguístico para os objetos matemáticos e que o estudante poderia se apropriar dele; mas, pelo contrário, o professor deveria introduzir o estudante em alguns “jogos de linguagem” da matemática. A visão essencialista da linguagem compartilha da seguinte ideia:

“a nossa linguagem teria uma visão essencialmente comunicativa e descritiva do significado que atribuímos às nossas experiências em geral. Metaforicamente, é como se a linguagem apenas revestisse de palavras esses significados, tendo a função exclusiva de “etiquetar” os objetos, nomeando-os.” (GOTTSCHALK, 2008, p.4)

Nessa perspectiva, a “linguagem é delimitada pela totalidade de objetos que são por ela nomeados. O limite significa que eu só posso entender aquilo que é nomeado, ou melhor, o nome é que possibilita a apreensão do objeto” (TORREZAN, 2000, p.161).

Dessa maneira, esses objetos nomeados é que fazem parte da minha experiência de vida e isso reduz sobremaneira o meu entendimento de mundo, pois pensando dessa forma, o meu mundo fica delimitado por aquilo cujo nome sei. Wittgenstein rompe com essa delimitação dos significados apenas como sendo aqueles que são nomeados e insere o conceito de *linguagem como mediadora da realidade*, postulando que as atividades do uso dos símbolos têm seus significados ancorados nas “formas de vida” (atividades que os seres humanos praticam no seu cotidiano) e estas criam as possibilidades para os “jogos de

Paulo: Global, 2002. (série antropologia e educação)

linguagem” o que, por sua vez, vai delimitar aquilo que é considerado como verdade, dentro de um contexto ilimitado. A matemática, então, vai ser um desses “jogos de linguagem”.

Portanto, o significado dos objetos matemáticos não será mais dado pelos nomes que a eles são atribuídos, mas pelo uso que se faz deles, num jogo de linguagem mediada pela forma de vida daquele que aprende.

Vilela (2008, p.12) vai nos mostrar que não se trata de outra matemática, mas de *famílias* de linguagem e de *gramática*, dois conceitos fundamentais para compreender a filosofia de Wittgenstein.

“Assim, interpreto que as regras de uma matemática usada da rua ou de um grupo profissional não são as mesmas no contexto escolar, acadêmico. Podem, no máximo, manter entre si uma *semelhança de família*, em que o elemento comum de dois casos não será reconhecido num terceiro – no contexto acadêmico – e que, por sua vez, mantém uma semelhança, sob outro aspecto, com o anterior e, uma outra, ainda, com a primeira.

As regras associadas a cada prática matemática são anteriores à experiência no sentido que pressupõe que a própria experiência sensorial seria impossível sem esse conhecimento e, sim no sentido de que tais regras compõem a *gramática* que define os sentidos dos usos publicamente acordados das mesmas. O uso das regras – ou particularmente, das proposições das matemáticas – não é arbitrário ou factual, mas especificado nos *jogos de linguagem*. Na matemática da rua, as regras são outras, e a matemática escolar prioriza outros modos de *jogar* com conceitos matemáticos, com as devidas *semelhanças de família*. (itálicos da autora)

A questão que se coloca, então, é com que argumentos podemos defender a ideia de que a Modelagem Matemática pode ser vista como uma espécie de mola propulsora para um novo conceito de educação matemática? Uma das respostas para essa questão é a de que a Modelagem Matemática poderá ser um instrumento para facilitar a relação entre as pessoas e a matemática quando ela se pautar pelas diferentes linguagens.

Aquilo que consensualmente chamamos de Matemática entre nossas diferentes linguagens não passa de um “jogo”. Existem diferentes regras e convenções que foram e estão sendo criadas pelas mais diferentes pessoas para aquilo que designamos Matemática. Ora, a Modelagem Matemática defende o uso da Matemática para que possamos compreender determinadas situações. A matemática é um elo que nos une e continua sendo matemática nos mais diferentes lugares deste planeta e em diferentes épocas. Por isso é natural que encontremos dificuldades para fazer com que o outro compreenda a minha matemática, se ele ainda desconhece as regras e convenções que foram estabelecidas para que eu as denominasse

assim. E eu, da mesma maneira, encontrarei também dificuldades para compreender a matemática do outro. No entanto, pelo diálogo, vamos percebendo que, entre os diferentes “jogos de linguagens” da matemática, existem algumas regras e convenções que são comuns e outras tão diferentes que temos dificuldade em aceitá-las, parecendo-nos absurdas. Isso porque já nos acostumamos com as suas regras e convenções, já normatizadas, tornando-se muito difícil a regra do outro ganhar algum sentido pela sua própria linguagem. Evidentemente, isso não se dá somente com a Matemática.

Aprender as diferentes regras e convenções se constitui na tarefa do professor, mas principalmente daquele que se propõe a usar a Modelagem Matemática como uma concepção de educação matemática, quando quer fazer uso dela para entender melhor as situações da realidade. Caso se considere a Modelagem como um método simplesmente, estaremos mostrando as regras e convenções dos “jogos de linguagens” daquela matemática estabelecida como única e “oficial”. Não que esta deva ser deixada de lado; não deve ser, porém, a única possível.

Unir o sentido que eu dou para a matemática ao sentido do outro é aprender os “jogos de linguagem” existentes: olhar para o outro e permitir que este me olhe. Essa aproximação pelo olhar implica conhecer-se.

Conclusões:

O que se discute em relação aos pressupostos da Modelagem Matemática nas práticas de sala de aula, numa dimensão sócio-cultural, está em nos posicionarmos na questão epistemológica e não somente na metodológica.

Não se trata do método mas da fonte. Para Wittgenstein, a fonte do conhecimento matemático não está nem na razão, nem na experiência e nem na inter-relação entre os dois, mas na questão da linguagem, ou melhor, nos “jogos de linguagem” de que se constitui a matemática.

Primeiro é situar em que epistemologia se sustenta essa concepção de ensino e de aprendizagem da matemática, levando-se sempre em consideração fatos e acontecimentos da realidade. Segundo é situar de que maneira é visto esse conhecimento matemático sob o ponto de vista pedagógico. Se entendermos que uma pedagogia está sempre sustentada por uma epistemologia e se conseguirmos identificar a que epistemologia estamos nos referindo e o lócus do conhecimento que é gerado por essa epistemologia, ela vai nos indicar os métodos e os usos que se fazem deles.

Entendendo que o conhecimento matemático (nas suas mais variadas formas) do qual

fazemos uso para responder às perguntas sobre nossas indagações cotidianas se sustenta por uma construção humana, por regras e convenções, compartilhadas de técnicas e procedimentos. Estes só irão ganhar significado pelo seu uso dentro de um “*jogo de linguagem*” garantido pelas “*formas de vida*” que dele compartilham; entendendo, inclusive, que podem existir semelhanças nas diferenças. Então, a Modelagem Matemática poderá ser um forte instrumento, constituindo-se não como um método de ensino-aprendizagem, mas como um novo conceito de educação matemática que poderá levar estudantes e professores a perceberem que tais conhecimentos não são verdades absolutas, nem verdades relativas que podem estar a serviço de *uma* determinada maneira de vê-la, podendo existir *outras* e a aprendizagem ocorrerá quando o estudante conseguir *comparar* tais maneiras.

Mais especificamente, quando entendermos que a cultura da matemática escolar optou por definir previamente determinadas regras e convenções. Estas então, antes mesmo de ganharem significado pelo uso, devem ser transmitidas aos estudantes para que possam “jogar” com tais regras e convenções e não esperar que eles – estudantes e professor – construam seus conhecimentos a partir dessas relações.

O que queremos dizer com isso é que a Modelagem Matemática como método não discute o currículo da cultura matemática escolar. Aceita-a passivamente e mais, legitima essa *única* forma de ver a matemática sustentando um paradigma de que ela pode ser descoberta quando a *aplicamos* em determinados problemas da realidade.

Assim, para finalizar, gostaria de salientar a importância, nesse debate da inserção da Modelagem Matemática numa dimensão sócio-cultural, é fazer com que o professor e o estudante compreendam que eles são capazes de produzir conhecimento novo a partir do seu próprio conhecimento, quando perceberem que pode existir um outro conhecimento. Em outras palavras, o que o estudante e o professor não constroem não faz sentido para eles e essa construção se dará quando conseguirmos incorporar nas nossas práticas de sala de aula uma educação pela matemática que leve em consideração não somente *um* aspecto, mas uma educação matemática que possa ser incorporada tanto pelo professor, quanto pelo estudante numa dimensão mais humana, participativa e democrática.

Agradecimentos: Gostaria de agradecer aos pareceristas deste trabalho que contribuíram para o seu formato final. Agradecer também à professora Claudia Glavan Duarte e ao professor Edson Jacinski pelas críticas e sugestões.

Referências Bibliográficas:

- ARAÚJO, Ulisses F. & AQUINO, Júlio Groppa. *Os direitos humanos na sala aula: a ética como tema transversal*. São Paulo: Moderna, 2001.
- BACHELARD, Gaston. *A formação do espírito científico: contribuições para uma psicanálise do conhecimento*. Tradução de Estela dos Santos Abreu. 4ª reimpressão. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BANDEIRA, Maria de Lourdes. *Antropologia. Diversidade e Educação*. Fascículo 4, Universidade Federal do Mato Grosso. Cuiabá: Núcleo de Educação Aberta e a Distância/IE-UFMT, 1995.
- CHARLOT, Bernard. O professor da Sociedade Contemporânea: um trabalhador da contradição. *Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade*. Salvador, v. 17.n.30.p. 17-31, jul./dez. 2008.
- CHAUÍ, Marilena. *Convite à filosofia*. São Paulo: Editora Ática, 1999.
- COBB, Paul. Perspectiva experimental, cognitivista e antropológica em educação matemática. *Zetetiké*, Campinas, SP, v. 4, n.6, p.153-180, jul./dez.1996.
- CORTELLA, Mario Sérgio. *A escola e o conhecimento: fundamentos epistemológicos e políticos*. São Paulo: Editora Cortez, 2001.
- CURY, Helena Noronha. Retrospectiva histórica e perspectiva atuais da análise dos erros em Educação Matemática. *Zetetiké*, Campinas, V.3, n 4, p.39-50, nov. 1995.
- D'AMBROSIO, Ubiratan. *Educação matemática: da teoria à prática*. Campinas: Papirus, 1996.
- D'AMBROSIO, Ubiratan. *A era da consciência: aula inaugural do primeiro curso de ciência e valores humanos no Brasil*. São Paulo: Fundação Peirópolis, 1997.
- D'AMBROSIO, Ubiratan. *Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade*. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.
- FERREIRA, Eduardo Sebastiani. *Etnomatemática: uma proposta pedagógica*. Rio de Janeiro: MEM/USU, 1997.
- FERREIRA, Mariana Kawall Leal (org.). *Ideias matemáticas de povos culturalmente distintos*. São Paulo: Global, 2002.
- FIorentini, Dario. Alguns modos de ver e conceber o ensino da Matemática no Brasil. *Zetetiké*, ano 3 n° 4, 1995.
- FORQUIN, Jean Claude. *Escola e cultura: as bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar*. Tradução de Guacira Lopes Louro. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

GEERTZ, Clifford. *A Interpretação das Culturas*. Tradução de Fanny Wrobel. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

GLOCK, Hans-Johann. *Dicionário Wittgenstein*. Tradução, Helena Martins: Revisão técnica, Luiz Carlos Pereira. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editora. 1998.

GOTTSCHALK, Cristiane, M.C. A natureza do conhecimento matemático sob a perspectiva de Wittgenstein: algumas implicações educacionais. *Caderno de História e Filosofia da Ciência*. Campinas, Série 3, v.14, n.2, p.305-334, 2004.

GOTTSCHALK, Cristiane, M.C. A construção e a transmissão do conhecimento matemático sob uma perspectiva wittgensteiniana. *Caderno Cedes*, v.28, n 74. Campinas. Jan/abr. 2008.

GUSMÃO, Neusa Maria Mendes de. A noção de cultura e seus desafios. *Anais do I CBEm-Congresso Brasileiro de Etnomatemática*. 2000.

KNIJNIK, Gelsa, WANDERER, Fernanda & OLIVEIRA, Cláudio José de (org.) *Etnomatemática, currículo e formação de professoras*. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2004.

LINS, Rômulo Campos. Por que discutir teoria do conhecimento é relevante para a Educação Matemática. In. *Pesquisa em Educação Matemática: concepções & perspectivas*. Maria Aparecida Viggiani Bicudo (Org). São Paulo: Editora UNESP, 1999.

MATURANA, Humberto, R. & VARELA, Francisco, G. *A árvore do conhecimento: as bases biológicas do entendimento humano*. Tradução Jonas Pereira dos Santos. Editorial Psy II, 1995.

MIGUEL, Antonio. História, filosofia e sociologia da educação matemática na formação do professor: um programa de pesquisa. *Educação e Pesquisa*, São Paulo:v.31, n.1, p.137-152, já.abr., 2005.

MONTEIRO, Alexandrina.; POMPEU JÚNIOR, Geraldo. *A matemática e os temas transversais*. São Paulo: Moderna, 2001.

ORLANDI, Eni Puccinelli. *As formas do silêncio: no movimento dos sentidos*. Campinas, SP:Editora da UNICAMP, 2007

PINTO, Neuza Bertoni. *O erro como estratégia didática: estudos do erro no ensino da matemática elementar*. Campinas – SP: Papirus, 2000.

PIRES, Célia Maria Carolino. Novos desafios para os cursos de Licenciatura em Matemática. *Educação Matemática em Revista*. 2000. nº 8, ano 7. p.10-15.

POINCARÉ, Jules-Henri. A ciência e a hipótese. Trad. De Maria Auxiliadora Kneipp. 2ª ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1998.

ROUNANET, Sergio Paulo. *As razões do iluminismo*. São Paulo: Companhia das Letras, 1987.

SCHLIEMANN, Analúcia Dias; CARRAHER, Willian David; CARRAHER, Terezinha Nunes. *Na vida Dez, na Escola Zero*. 13. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

SIDEKUM, Antonio. *Alteridade e multiculturalismo*. Ijuí: Editora Unijui, 2003.

SKOVSMOSE, Ole. *Educação matemática crítica: a questão da democracia*. Campinas: Papirus. Trad. Abigail Lins & Jussara Loiola Araújo. Coleção Perspectiva em Educação Matemática, 2001.

TORREZAN, Marlene. Wittgenstein e os “jogos de linguagem”: novas perspectivas para o conceito de educação. *Perspectiva*. Florianópolis, V.18, n.34, p.159-176, jul./dez. 2000.

VILELA, Denise Silva. Reflexões filosóficas sobre uma teoria da Etnomatemática. *Anais do III Congresso Brasileiro de Etnomatemática*. UFF – Niterói. 2008.

WEIL, Pierre; D’AMBRÓSIO, Ubiratan; CREMA, Roberto. *Rumo à nova transdisciplinaridade*. São Paulo: Summus, 1993.

WITTGENSTEIN, Ludwig. *Investigações Filosóficas*. Tradução: José Carlos Bruni. São Paulo: Editora Nova Cultural Ltda. 1999.

Ademir Donizeti Caldeira: Professor do Departamento de Metodologia de Ensino e, atualmente, vice-diretor do Centro de Ciências da Educação da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Vice-coordenador do GT de Modelagem Matemática da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM). Membro do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC; editor adjunto da Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia e membro do Conselho Consultivo da Educação Matemática em Revista da SBEM. Tenho desenvolvido pesquisas na área de Educação Matemática, mais especificamente em Modelagem Matemática e Etnomatemática.