

Modelagem matemática de fenômeno ambiental e as práticas escolares de professores das séries iniciais do litoral do Paraná*

Mathematical modelling of environmental phenomenon and the elementary school teachers practices in Paraná seashore area

Ademir Donizeti Caldeira**

Maria Tereza Carneiro Soares***

**Dr. em Educação pela UNICAMP. Prof. do Centro de Ciências da Educação/UFSC.
e-mail: miro@ced.ufsc.br

*** Dra. em Educação pela USP. Profa. da Universidade Federal do Paraná.
e-mail: marite@brturbo.com.br

Resumo

Resumo: Desenvolvida no litoral do Paraná com professoras das séries iniciais do Ensino Fundamental de escolas públicas, esta pesquisa relata o estudo de uma forma de assessoramento desenvolvida na Ilha das Peças, iniciada a partir da necessidade de compreensão de fenômeno ambiental e interpretada à luz de modelos aritméticos e geométricos. Ela foi realizada em duas etapas: Diagnóstico Ambiental Participativo (DAP) e interpretação quantitativa de problema escolhido no diagnóstico, com pressuposto teórico-metodológico da Modelagem Matemática. Os resultados indicam a possibilidade de compreensão conceitual e do desenvolvimento de práticas escolares inovadoras no processo de modelar matematicamente situações específicas, identificadas no entorno social da escola.

Palavras-chave

Modelagem matemática. Meio ambiente. Práticas escolares.

Abstract

This research carried out by elementary school teachers in public schools of Paraná seashore area shows the study of a mathematical modeling project developed in order to understand environmental phenomena. The research was done in two phases: a participative environmental diagnosis (DAP) and a quantitative interpretation of a chosen problem, using as theoretical-methodological assumptions the mathematical modeling. The results indicated that it is possible to developed a conceptual comprehension and an innovate teacher school practice in the process of modeling specific situations, identified in the school surroundings.

Key words

Mathematical modeling. Environment. School practices.

* Pesquisa financiada pelo Programa PRODOC da CAPES

Com o objetivo de desenvolver com professoras das séries iniciais do Ensino Fundamental de localidades rurais e urbanas do município de Guaraqueçaba e de uma ilha de pescadores, denominada Ilha das Peças, ambas no litoral do Estado do Paraná, estudos de problemas comunitários que envolvessem questões ambientais e sua relação com conteúdos de matemática por elas ensinados nas escolas, a pesquisa foi realizada em duas etapas: a primeira para compor um Diagnóstico Ambiental Participativo (DAP); a segunda, para elaboração de “modelos matemáticos” (e posteriores discussões quantitativas/qualitativas de algum problema identificado no diagnóstico e escolhido pelas professoras de cada localidade).

Com pressuposto teórico-metodológico da Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática de professores, a discussão da possibilidade de modelagem matemática das situações identificadas naquela realidade social foi desenvolvida a partir das manifestações das professoras envolvidas. Foram formados quatro grupos de trabalho: o primeiro com 7 professoras da zona urbana de Guaraqueçaba; o segundo e o terceiro formados respectivamente, com professoras das localidades da zona rural do mesmo município: 4 professoras de Tagaçaba e 3 professoras de Serra Negra; e o quarto grupo foi formado por 5 professoras de Ilha das Peças.

A primeira etapa da pesquisa: o Diagnóstico Ambiental Participativo (DAP)

Para a elaboração do DAP foram feitos seis módulos de um dia em cada localidade, com intervalos mínimos de 15 dias. O público-alvo do diagnóstico foi formado pelas professoras e de acordo com suas percepções de problemas ambientais locais. Com o objetivo de trabalhar a participação das professoras nas questões ligadas ao meio ambiente das suas localidades, os módulos compreenderam, segundo IBAMA/SMA/UNICAMP (1998), procedimentos de informação e de reflexão. Desta forma os módulos foram desenvolvidos com os seguintes tipos de atividades:

- a) Exposições conceituais: com a finalidade de trabalhar os conceitos mínimos das diferentes áreas do conhecimento ligadas às questões ambientais, tais como ciências sociais, biodiversidade, desenvolvimento sustentável, entre outras. Esta atividade foi desenvolvida pelo pesquisador;
- b) Dinâmicas de grupo: com o objetivo de integrar a base teórica e as informações coletadas às realidades locais, a fim de serem socializadas, aprofundadas e refletidas, criando um processo de construção de uma visão local. Nesse processo, as professoras reconheceram a necessidade de sustentação e compreensão de sua própria realidade nos seus próprios depoimentos;
- c) Pesquisa Empírica: permitiu a vivência de cada uma das etapas da realização do diagnóstico participativo, exercitando coleta de informações relevantes para a

caracterização dos problemas locais e, eventualmente, regionais.

O trabalho, nas quatro localidades, iniciou-se com a realização do levantamento dos problemas ambientais pelas próprias professoras nas suas localidades, em um processo de desvendamento constituído pela identificação dos atores envolvidos (no caso as próprias professoras e possíveis informantes sobre os problemas ambientais locais), por uma reflexão sobre as características de um diagnóstico ambiental participativo e sobre os procedimentos mínimos necessários para a sua execução.

Alguns procedimentos metodológicos foram utilizados com a finalidade de refletir, organizar, ordenar e sistematizar a construção de um instrumental básico que orientasse a realização da pesquisa empírica nas localidades. Primeiramente, foi importante identificar quais as dificuldades das professoras em relação à elaboração do DAP. As seguintes perguntas foram sugeridas a elas: Como fazer um diagnóstico ambiental participativo? O que contém o diagnóstico? Que passos dar para fazer este diagnóstico?

Através das dinâmicas e discussões realizadas em grupo, as professoras começaram a refletir sobre o que é um diagnóstico e estabelecer os passos. Foram sugeridos alguns deles:

1^o passo: identificar um problema ou alguns problemas ambientais na sua localidade. As principais perguntas foram:

- a) O que pode ser considerado um problema?
- b) Como proceder em busca do consenso sobre a definição ou não do problema?

2^o passo: consulta à população da localidade de origem sobre os principais

problemas, por que são considerados problemas e o que é possível fazer para solucioná-los. As principais questões foram:

- a) A quem consultar?
- b) Quais os melhores procedimentos de consulta metodológica?

3^o passo: relacionar as informações disponíveis sobre os diversos aspectos e pontos de vista acerca dos problemas levantados;

4^o passo: perante o conjunto de informações obtidas, listar as lacunas que ainda restavam para o completo desvendamento do problema.

O instrumento metodológico de consulta adotado pelas professoras para o levantamento de dados foi conversas informais, ou seja, sem gravador, mas devidamente organizadas e baseadas em roteiro prévio. Foi importante, nesta etapa, portanto, definir com antecedência as perguntas básicas que deveriam ser respondidas. Neste caso foram: O que é problema? Por que é problema? Quais as propostas de solução?

A amostra estabelecida foi de responsabilidade das professoras e o número de pessoas da amostra dependeu das suas disponibilidades de tempo para realizar o trabalho.

Na fase seguinte da primeira etapa, de aprofundamento e análise, foi proposta a construção de uma visão regional a partir das informações levantadas em cada localidade do município de Guaraqueçaba e da Ilha das Peças. Nesta etapa, foi desenvolvida uma listagem dos problemas ambientais por localidades e apresentada a cada localidade, para identificação dos problemas comuns e uma visão de regionalidade dos problemas identificados.

A representação regional dos problemas ambientais foi de fundamental importância, pois muitos problemas específicos que ocorrem em determinada localidade têm expressão regional. Essa dinâmica se tornou necessária para subsidiar a discussão de que as soluções não podem ser pensadas isoladamente e sim coletivamente (regionalmente). A partir do levantamento dos problemas locais e com a listagem de

todas as localidades foi possível estabelecer uma dimensão mais ampla dos problemas.

Resultados da primeira fase

Decorrente da primeira etapa da pesquisa em que foi realizado o DAP, as professoras identificaram problemas ambientais nas suas respectivas localidades, conforme tabela 1.

Tabela 1: Levantamento dos problemas ambientais das localidades da pesquisa.

Problemas/Localidades	Ilha das Peças	Guaraqueçaba	Serra Negra	Tagaçaba
Lixo	X	X		X
Imposto	X			
Esgoto	X	X	X	X
Caça		X	X	
Palmito		X	X	
Torre	X	X		X
Transporte/Estrada		X	X	X
Enchente	X			
Queimada		X	X	
Caranguejo	X	X		
Higiene		X	X	
Lazer	X			X
Água	X	X		
Pesca	X	X		
Educação	X			X
Saúde	X	X		X
Animais soltos	X	X		
Poluição dos rios		X		X
Caramujos	X	X	X	X
Desmatamento		X		
Vigilância sanitária		X		X
Segurança	X	X		
Fiscalização urbana		X		

Na tabela 2 são apresentados os problemas que foram trabalhados na segunda etapa da pesquisa denominada Modelagem Matemática, desenvolvida após o término dos trabalhos de elaboração do DAP, quando, de posse dos dados ambientais locais, foram mobilizados e discutidos os possíveis “modelos matemáticos” (BIEMBENGUT & HEIN, 2000) que serviriam como instrumentos para a compreensão quantitativa/qualitativa da situação destacada dentre as realidades ambientais vivenciadas.

Tabela 2: Temas escolhidos pelas professoras.

PROJETOS	ÁGUA	LIXO	HIGIENE
Ilha da Peças	X		
Guaraqueçaba		X	
Serra Negra			X
Tagaçaba		X	

A segunda etapa da pesquisa: Modelagem Matemática

Nesta segunda etapa os trabalhos também foram realizados em grupos e por localidades. Para a realização desta etapa fizemos uso de uma metodologia fundamentada na seguinte compreensão de modelagem matemática.

Conforme Meyer & Caldeira (2001) embora haja muitas definições da dinâmica a que se dá o nome de Modelagem Matemática, praticamente todas elas incluem:

1ª fase: a formulação da questão, em que a postura crítica se revela no instante em que se selecionam os aspectos essenciais de cada problema para incluí-los no

modelo matemático. Esta formulação inclui tanto o estabelecer a questão em si quanto apresentar sua expressão numa linguagem do universo matemático, isto é, o problema matemático.

2ª fase: resolução. A resolução do problema expresso matematicamente é, evidentemente, aproximada. Aqui também se fez necessária a visão crítica do instrumental matemático adequado, visto que se trata de usar a ferramenta matemática visando a um fim não matemático: a matemática como um meio de compreensão da realidade. Crítica necessária também, tanto na avaliação da precisão da resposta alcançada, quanto na avaliação dos resultados.

3ª fase: Além da avaliação do resultado matemático para o problema estudado, faz-se necessária uma avaliação crítica da adequação dessa solução como resposta aos anseios da comunidade: seus problemas, sua vida, sua qualidade de vida, o seu ambiente. Há características objetivas a serem destacadas nesse processo de avaliação, mas há aspectos subjetivos, também, pois os processos de avaliação não se constituem apenas os de validação matemática, mas podem ser incluídos também os de importância para o problema comunitário – e possivelmente a solução desse problema por parte da comunidade. Isto pressupõe uma tomada de posição, um compromisso, um engajamento crítico. E nos leva de volta ao início do processo, dada a contextualização da situação de partida, necessariamente inserida em um ambiente dinâmico e que pode, portanto, levar a problemas que se estudam e

abandonam, ou problemas que continuam sendo estudados.

Em suma, partimos de uma situação ambiental escolhida previamente pelas professoras, a partir da construção do diagnóstico que foi modelado matematicamente e, como tal, compreendido de um novo modo. Na tentativa de resolver o problema que o modelo propõe, foram mobilizados conteúdos matemáticos escolares, ferramentas matemáticas, meios para um fim maior: vida com qualidade.

A experiência de cada professora no aprendizado da matemática foi determinante no estabelecimento dos conteúdos e métodos matemáticos necessários à determinação das soluções dos modelos. Por outro lado, estas soluções deixaram obviamente de ser únicas, visto que foram determinadas pelo conteúdo com que se optou trabalhar.

Os resultados de uma localidade denominada Ilha das Peças, são apresentados a seguir.

Resultados da segunda fase: o trabalho desenvolvido na Ilha das Peças

O tema escolhido pelas professoras da Ilha das Peças para o trabalho com Modelagem Matemática foi por elas denominado “Água”. Tal escolha foi motivada pela situação vivida pelos moradores: falta de água potável que freqüentemente ocorre na Ilha. Decorrentes das inúmeras fossas sépticas instaladas na Ilha, a qualidade da água potável estava totalmente comprometida. Isso fazia com que os moradores

buscassem como alternativa a captação de água potável no continente, em plena Mata Atlântica.

O procedimento de captação ocorria através de um cano instalado no centro da comunidade e conectado a uma caixa d'água, próxima a uma cachoeira, distante 28 Km da Ilha. O cano atravessava parte da Mata Atlântica, entrava no mangue, atravessava parte das águas marinhas e chegava até a Ilha. Porém, pela falta de manutenção e também por vandalismo por parte de pessoas que, eventualmente, cortavam o cano para beber água no interior da mata, sempre ocorria interrupção de água na Ilha.

Enquanto não se fazia a devida recuperação do vazamento, a Ilha ficava sem água para higiene pessoal, alimentação e outras atividades em que se faz necessário o uso de água de boa qualidade.

Nessa conjuntura, algumas perguntas foram colocadas pelas professoras e a principal delas foi: O que poderia ser feito para não faltar água na Ilha?

A discussão nos conduziu a refletir sobre a possibilidade de ter um reservatório de água na Ilha. Assim, o problema matemático foi responder à seguinte questão: Qual a capacidade do reservatório para suprir as necessidades da Ilha por um dia?

Esta pergunta inicial fez com que outras perguntas secundárias surgissem: onde se gasta e quanto se gasta de água?

Para tentar responder à primeira questão, foi levantado o número de pessoas que gastam água na Ilha. Isso nos levou a discutir o fluxo de pessoas na Ilha. Os nativos e os turistas. Assim, inicialmente, foram enunciadas as seguintes questões:

1. Qual a quantidade de casas de nativos e de turistas na Ilha?
2. Qual é o fluxo de pessoas na temporada, que vai de dezembro a março, e na época fora de temporada, que vai de abril a novembro?
3. Qual é o número total de pessoas que utilizam água potável na Ilha, por ano?
4. Quanto cada pessoa gasta de água por dia?
5. Qual a vazão de água que chega?
6. Qual a distância da “mina” até a vila?
7. Quantas polegadas tem o cano?
8. Qual o local do reservatório?
9. Quanto tempo demoraria para encher a caixa?

Estas e outras perguntas formuladas pelas professoras foram indicando a necessidade de mobilizar conhecimentos de várias áreas e conhecimentos especificamente matemáticos, principalmente os relacionados a grandezas e medidas, que auxiliassem a modelar as situações envolvidas em busca de respostas. Foram lembrados, então, tópicos da matemática escolar geralmente presentes no currículo das séries iniciais necessários para solucionar esses problemas.

As primeiras respostas começaram a surgir, de acordo com o conhecimento que as professoras tinham sobre o local. Estas respostas, apresentadas na tabela 3, 4 e 5, foram as seguintes:

Tabela 3: Número de pessoas e de casas que se beneficiariam com o reservatório de água.

	Nativos/ sempre	Turistas/finais de semana	Nativos + Turistas na temporada
N. de pessoas	322	500	5.500
N. de casas	95	95	190

Tabela 4: Em quê e quanto de água se gasta por pessoa diariamente.

	Qde. por pessoa/ litro	Qde. por dia/ litro	Total/litro
Escovar dentes	1	3	3
Banho	20	1	20
Descarga	30	6	180
Beber	2	1	2
Total			205

Tabela 5: Quantidade de água que se gasta por dia na manutenção do lar.

	Qde. por pessoa/ litro	Qde. de casa	Total/litros
Barco	30	27	810
Criação	10	40	400
Limpeza da casa	20	95	1.900
Jardim	10	95	950
Fazer café	06	95	570
Fazer almoço	13	95	1.235
Fazer jantar	8	95	760
Lavar roupa	90	95	8.550
Lavar louça	70	95	6.650
Total			21.825

As construções destas tabelas feitas pelas professoras foram decorrentes de intuição e da experiência adquirida em algumas atividades. Contou também, em alguns casos, com a opinião das crianças, alunas e alunos da escola.

A partir dos dados, fizemos algumas simulações como, por exemplo.

1. Quantidade de água por dia gasta na manutenção pessoal dos nativos;
2. Quantidade de água gasta por dia na manutenção pessoal e das casas (dos nativos).
3. Quantidade de água gasta num final de semana (sábado e domingo).
4. Diferença da quantidade de água entre dois dias da semana (sem turistas) e do final de semana (sábado e domingo).

Fizemos também simulações num dia de festa, como o dia do padroeiro da Ilha quando se acumulam 5.000 pessoas. Assim, construímos várias simulações, sempre interpretando as simulações com a possibilidade de que as previsões numéricas se tornassem reais.

A primeira idéia foi trabalhar com modelos aritméticos necessários para a melhor compreensão do fenômeno e também relacionar esses modelos aos conteúdos de matemática das séries iniciais, discutindo sua necessidade para que o fenômeno fosse melhor compreendido. Neste momento da pesquisa, pode ser evidenciado o quanto os modelos aritméticos são utilizados para que as professoras pudessem perceber que a matemática escolar pode ter um significado importante na vida das pessoas do local, que necessitam das mais variadas formas de matemática para interpretar e compreender outras situações da realidade.

O passo seguinte foi a busca de resposta à pergunta inicial: qual deveria ser o tamanho do reservatório para suprir as necessidades de água da Ilha por um dia?

Para isso, levamos em consideração apenas a população de nativos. Isso nos levou a construir um modelo (com base nos dados coletados pelas professoras) de um reservatório em que coubessem, aproximadamente, 90.000 litros de água.

Neste momento, começamos a perceber que só os cálculos aritméticos não bastariam. Foi necessária a introdução de conceitos geométricos. Assim, num primeiro momento, as professoras foram incentivadas a sugerir formas de como isto poderia

ser feito e só depois discutimos os cálculos. As professoras apresentaram alguma dificuldade em realizar a tarefa, pois sempre tinham aprendido a calcular volume de um sólido geométrico sabendo os valores dos lados deste sólido e aplicando a fórmula para a obtenção da resposta.

A busca do entendimento da quantidade de água necessária para suprir a Ilha por um dia suscitou um pensamento inverso: tínhamos uma quantidade de água que deveria ser colocada em um reservatório, o que tínhamos que encontrar era o tamanho do lado deste recipiente possível de ser construído com formato geométrico. Isto gerou uma discussão interessante. Ao final, algumas simulações de reservatórios de diversas formas e tamanhos foram propostas.

Discussão dos Resultados

A pesquisa nos mostrou que é possível, no processo de identificar e buscar soluções para problemas da vida social que envolvem questões ambientais, desenvolver uma compreensão conceitual de conteúdos matemáticos básicos utilizados nas experiências vividas pelos próprios atores, bem como favorecer a discussão de um currículo que questione a função dos conteúdos escolares, o interesse e os pressupostos que estão na escolha destes conteúdos e, finalmente, as possíveis intervenções sociais que poderiam ser desencadeadas ou freadas e em que circunstâncias.

Além disso, como todas as professoras que participaram da pesquisa eram da própria comunidade, elas contribuíram

sobremaneira para a obtenção das informações, justificando o interesse muito grande por parte delas em discutir problemas do seu contexto social.

Atualmente a questão da água potável no planeta está na pauta de discussão em várias instâncias, tanto na esfera governamental quanto pelas ONGs interessadas no tema (MAGALHÃES, 2004). Assim, entre os temas levantados no DAP, o tema da água foi o que mobilizou as professoras. Perceberam no conhecimento a ser ensinado na escola a possível parceria na busca de soluções para as questões presentes em sua vida social. A escolha do tema foi unânime por parte delas, pois viam a necessidade urgente em discuti-lo e tentar encaminhá-lo.

Tal procedimento teórico-metodológico nos aproxima das idéias de Skovsmose (2001) quando ele chama atenção para o papel da matemática na sociedade e nos mostra a necessária aproximação entre a educação matemática e a educação crítica, para a qual acreditamos ser a escola lócus fundamental. Tal educação possui características, tais como o engajamento dos professores (e dos alunos) no processo de forma crítica por meio do diálogo e a relação professor-aluno num processo democrático.

Tal processo foi evidenciado por Paulo Freire num movimento em que “o professor não é mais meramente o-que-ensina mas alguém a quem também se ensina no diálogo com os estudantes, os quais, por sua vez, enquanto estão ensinando, também aprendem” (FREIRE, 1972a).

Os pressupostos teórico-metodológicos baseados na Modelagem Matemáti-

ca nos mostraram que é possível aos professores perceberem o papel dos conteúdos escolares na análise de situações existentes em seu contexto social. É viável também identificar nos problemas encontrados, relação com conhecimentos, neste caso, matemáticos, possíveis de mobilização quando percebidos como relevantes por serem problemas sociais objetivamente existentes

Tal processo propiciou um engajamento crítico dos educadores e a valorização dos conhecimentos sistemáticos desses educadores para suas comunidades.

Nessa perspectiva, o trabalho docente escolar não mais seria desenvolvido por meio de aulas expositivas e repetitivas, na penumbra dos edifícios escolares, mas colocaria o professor num processo de reflexão-formulação-ação, que sai da individualidade e chega à ação de estudos (CALDEIRA, 1998; BARBOSA, 2001; MONTEIRO, 1991; BORSSOI & ALMEIDA, 2002). O que possibilitou a alteração daquilo que as professoras estavam acostumadas a fazer nos trabalhos cotidianos de preparação de aulas por meio de, principalmente, e, quase exclusivamente, livros didáticos. Durante o projeto, foi necessário que as próprias professoras identificassem nos fenômenos ambientais temas para suas práticas pedagógicas, possibilitando destacar não somente conceitos ambientais, mas a possibilidade e a necessidade de utilizar determinados modelos aritméticos e geométricos para interpretar as situações que se apresentavam.

Isto fez com que as professoras não mais tentassem apenas responder às perguntas que estavam nos livros para os seus alunos, mas construíssem as suas próprias

perguntas, além, claro, de tentar respondê-las. Aqui se encontra a semente do crítico-criativo defendido por D' Ambrosio (1996).

Para isso, se fez necessário um ambiente próprio onde o foco central esteve na pesquisa. As professoras foram pesquisadoras, tanto dos problemas ambientais quanto da matemática necessária para compreendê-los de forma mais significativa. Esse processo de curiosidade e desafio é que fez com que elas realmente participassem do projeto.

No campo das relações entre Escola e Sociedade, é possível defender esta forma teórico-metodológica como uma aproximação das idéias defendidas pelas chamadas teorias críticas que se iniciaram nos anos 80 e que buscam resgatar a positividade das teorias anteriores, superando tanto a fragilidade inocente contida no funcionalismo quanto no imobilismo presente nas teorias reprodutivistas (GIROUX, 1986; 1997). De acordo com esta concepção, é possível verificar o valor que a Escola deve ter sem cair na armadilha da neutralidade ou de

sua inutilidade para a transformação social.

Neste contexto, a educação escolar e os educadores possuem uma autonomia relativa. Esta situação permite ver a relação entre Escola e Sociedade, num sentido de mão dupla: não como os funcionalistas, vendo-a totalmente independente, tampouco como os reprodutivistas, vendo-a inteiramente submissa, mas transitando nesta contradição. Abre-se assim oportunidades de se construir espaços efetivos de inovação da prática educativa que, mesmo quando desenvolvida no interior de uma sala de aula, não está descolada do entorno social partilhado por professores, alunos, funcionários e pais, membros da comunidade em que a escola está situada.

Neste sentido o trabalho se aproxima muito do que se vem defendendo como uma pedagogia da pergunta, democrática e solidária, convidando educadores e educandos a garantir a sustentabilidade de cada um de nossos atos cotidianos como seres humanos que compartilham com outros seres a convivência planetária.

Referências

BIEMBENGUT, Maria Salete & HEIN, Nelson. Modelagem Matemática no ensino. São Paulo: Contexto, 2000

BARBOSA, Jonei C. Modelagem matemática: concepções e experiências de futuros professores. Tese (Doutorado) - UNESP/Rio Claro, 2001.

BORSSOI, Adriana; ALMEIDA, Lourdes Maria Werle. O Processo de ensino e aprendizagem acontecendo num ambiente de modelagem matemática e tecnologias informáticas: buscando uma aprendizagem significativa. In: VII EPREM – ENCONTRO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. Anais eletrônicos... Foz do Iguaçu, PR, 2002.

CALDEIRA, Ademir Donizeti. Educação Matemática e Ambiental: um contexto de mudanças. Tese (Doutorado) - FE/UNICAMP, Campinas-SP, 1998.

CORTELLA, Mario Sergio A escola e o conhecimento: fundamentos epistemológicos e políticos. São Paulo: Cortez, 2001.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Educação Matemática: da teoria à prática. Campinas-SP: Papyrus, 1996.

GIROUX, Henri. Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

_____. Teoria crítica e resistência em educação: para além das teorias de reprodução. Petrópolis: Vozes, 1986.

GUTIÉRREZ, Francisco & PRADO, Cruz. Ecopedagogia e cidadania planetária. São Paulo: Cortez, 1999.

IBAMA/SMA/UNICAMP. Diagnóstico ambiental participativo do Vale do Ribeira e Litoral Sul de São Paulo: subsídios para a discussão do plano de ação governamental para o desenvolvimento sustentável. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 1998.

MAGALHÃES, Paulo Canedo. O custo da água gratuita. *Ciência Hoj.*, v. 35, n. 211/Dezembro de 2004. p. 45-49.

MEYER, João Frederico da Costa & CALDEIRA, Ademir Donizete. Educação Matemática e Ambiental: uma proposta de formação continuada – e de mudanças. *Zetetiké – CEMPEM – FE/UNICAMP*, v. 9, n. 15/16, p.155/170, jan/dez 2001.

MONTEIRO, Alexandrina. O ensino de matemática para adultos através do método Modelagem Matemática. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1991.

MOYSES, Lucia. Aplicação de Vygostsky à educação matemática. Campinas, SP: Papyrus, 1997.

PADILHA, Paulo Roberto. Currículo intertranscultural: novos itinerários para a educação. São Paulo: Cortez / Instituto Paulo Freire, 2004.

SKOVSMOSE, Ole. Educação matemática crítica: A questão da democracia. Trad. Abigail Lins & Jussara Lioiara Araújo Campinas-SP: Papyrus, 2001. (Coleção Perspectiva em Educação Matemática)

Recebido em 15 de agosto de 2008.

Aprovado para publicação em 30 de setembro de 2008.

