



MODELAGEM MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA SOCIOCRTICA COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO PARA SENSIBILIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA

Aline Loise Martins
Universidade Estadual de Maringá - UEM
alineloisem@gmail.com

Larissa Bersan
Universidade Estadual de Maringá - UEM
laribersan@gmail.com

Lilian Akemi Kato
Universidade Estadual de Maringá - UEM
lilianakemikato@gmail.com

Resumo: Considerando a intenção de desenvolver reflexões acerca de: “*Quais as contribuições da Modelagem Matemática na sensibilização do consumo de água?*” apresentamos este relato de experiência. Esta experiência foi pautada em etapas da Modelagem Matemática, destacando a perspectiva sociocrítica como alternativa para o ensino de Matemática e para o trabalho de educação ambiental em grupos distintos, sendo um grupo de educação regular e outro grupo de educação não-formal. Ao término deste trabalho, foi possível perceber que, embora os grupos fossem distintos, a sensibilização sobre a temática foi promovida. Essa sensibilização evidenciou o papel da escola, que consiste em proporcionar condições iguais de aprendizagem em diferentes ambientes educacionais, somados ao fato de integrar a modelagem matemática na perspectiva sociocrítica, o que, possivelmente, contribuiu para que os alunos participassem dinamicamente da atividade proposta e buscassem considerações sobre a temática, as quais extrapolaram o âmbito educacional.

Palavras-chave: Tendência em Educação Matemática. Críticidade. Estratégias de ensino. Consumo de água.

INTRODUÇÃO

Encontrada em grande quantidade no planeta, a água é um recurso natural essencial para a vida. Porém, menos de 3% da água doce pode ser utilizada para o consumo, uma vez que as maiores parcelas deste recurso estão em geleiras, depósitos subterrâneos, lagos, etc. No Brasil, segundo relatório desenvolvido pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2015), apesar da grande oferta deste recurso natural, a água está distribuída de forma heterogênea por todo o território. Logo, apesar dessa disponibilidade, a distribuição pode ser considerada desigual e concentra-se na Região Hidrográfica Amazônica. A regulação desta distribuição e a consequente disponibilidade da água estão sob a influência de questões espaciais e de processos climatológicos, os quais acentuam esta disparidade (TUNDISI, 2014).

O Brasil detém, aproximadamente, 12% da água doce disponível do planeta, sendo assim, a temática consumo de água pode ser considerada relevante e atual. Em razão dessa

relevância, esse tema pode ser trabalhado em diversos ambientes educacionais, em diversas disciplinas e/ou conteúdos. Nesse sentido, o ensino da matemática baseado em atividades de Modelagem Matemática, na perspectiva sociocrítica, pode contribuir para o desenvolvimento da sensibilização acerca de temas como esse, uma vez que atividades de Modelagem Matemática buscam estimular situações para discussão da natureza e o papel dos modelos matemáticos na sociedade (BARBOSA, 2001). Além disso, a Modelagem matemática na perspectiva sociocrítica possibilita além da aprendizagem de conteúdos, reflexões, reações e/ou ações acerca da situação que está sendo investigada (JACOBINI; WODEWOTZKI, 2006).

Nesse trabalho, descrevemos e buscamos refletir sobre uma atividade de Modelagem em dois ambientes de ensino distintos, ensino regular e ensino não-formal.

A escolha desses ambientes de ensino, ou seja, do público-alvo para essa investigação, ocorreu em função da atuação das pesquisadoras e do desejo de pesquisar a respeito da seguinte questão norteadora “*Quais as contribuições da Modelagem Matemática na sensibilização do consumo de água?*”.

No que segue, apresentamos uma breve fundamentação teórica sobre a Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica, partindo para a descrição dos procedimentos adotados compondo o relato do desenvolvimento da atividade; Por fim tecemos considerações sobre os resultados alcançados.

A PERSPECTIVA DE MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA ASSUMIDA NESSE ESTUDO

No campo educacional, é notável, em diversas pesquisas, o anseio pela construção de uma educação de qualidade, seja por meio da adoção de metodologias estratégicas, inovação curricular, formação de professores, inserção do universo tecnológico no ambiente escolar, entre outras. Para o Ministério da Educação (BRASIL, 2004, p. 11), é necessário discutir uma “escola que seja um espaço e um tempo de aprendizados de socialização, de vivências culturais, de investimento na autonomia, de desafios, de prazer e de alegria, enfim, do desenvolvimento do ser humano em todas as suas dimensões”.

Essa perspectiva de buscar o melhor em sala de aula se organiza na percepção de que há possibilidades de superação e de ruptura com esses modelos dominantes tradicionais, que envolvem, por exemplo, o ensino da matemática e seus desafios. Muitas vezes, é comum, encontrar a equação: alunos desmotivados e receosos com esta disciplina, aulas sem dinamismo, professores com formação deficientes, etc. Mas, é inegável que o mundo globalizado e capitalista em que estamos inseridos nos é apresentado com informações numéricas, portanto,

as mais diversas situações cotidianas requerem um conhecimento matemático e esse conhecimento é passível de ser adquirido e trabalhado na escola.

Diversas pesquisas apontam para a possibilidade de buscar soluções que abrangem saídas para problemas cotidianos envolvendo as questões ambientais por meio da compreensão de conteúdos matemáticos básicos partindo de experiências dos próprios discentes. Essa estratégia metodológica assemelha-se às ideias de Skovsmose (2001), o qual considera necessária a aproximação da Educação Matemática e a Educação Crítica. A Educação Matemática necessita estar voltada para habilitar os discentes a aplicar a Matemática na sociedade, utilizando-a no entendimento e interpretação da realidade. Desta forma, seu maior foco concentra-se na formação de alunos com poder de argumentação, oriundo do pensamento reflexivo comprometido com a realidade.

Partindo desta necessidade de promover o conhecimento reflexivo, “é preciso ensinar o aluno a pensar, encorajá-lo a questionar, analisar e elaborar explicações. Isso significa ensinar formas de acesso e de apropriação do conhecimento elaborado, de modo que ele possa praticá-las autonomamente ao longo de sua vida” (FERREIRA; WODEWOTZKI, 2009, p. 65).

A intenção benéfica de aproximar a realidade para a sala de aula, partindo de problemáticas do cotidiano com o conteúdo propriamente dito, pode ser viabilizada pela adoção da Modelagem Matemática.

A Modelagem Matemática pode ser interpretada como:

[...] oportunidade para os estudantes indagarem situações por meio da Matemática sem procedimentos fixados previamente e com possibilidades diversas de encaminhamento. Os conceitos e ideias matemáticas exploradas dependem do encaminhamento que só se sabe à medida que os estudantes desenvolvem a atividade. (BARBOSA, 2001, p. 05)

O contexto de aproximar o conteúdo matemático a realidade do aluno e despertá-lo criticamente vem sendo amplamente discutido, isto é, os debates sobre Educação Matemática Crítica, envolvendo a Modelagem Matemática, tem sido alvo de diversas pesquisas. A Educação Matemática Crítica foi integrada à Educação Matemática a partir da década de 1980.

Para Almeida e Silva (2011), a Modelagem Matemática desenvolvida sob o prisma da Educação Matemática Crítica, apresenta-se como um laboratório de cidadania em pleno funcionamento. Nesse laboratório, os autores avaliam que é possível identificar valores e atitudes, despertar o interesse em assuntos sociais e o compartilhamento de ideias, contribuindo para a formação do educando.

Neste sentido, Para Jacobini e Wodewotzki (2006), a perspectiva sociocrítica da modelagem matemática extrapola o processo de ensino e aprendizagem dos elementos próprios da matemática em si. Eles os consideram importantes por estarem presentes na sociedade, mas advertem que devem estar correlacionados aos problemas sociais. Quando se conhece a realidade, o sujeito busca por seus direitos, tornando-se reflexivo e participativo nas ações democráticas que trazem melhorias para a vida comunitária. Nota-se uma preocupação em desenvolver uma consciência crítica nos estudantes por meio da educação matemática.

Somando-se a essas definições, Skovsmose (2008) destaca o papel da matemática nesta sociedade altamente tecnológica. Aponta que a matemática apresenta significado fundamental na tomada de decisões e no planejamento do futuro. Sendo assim, o autor alerta que quem não tem conhecimento matemático, apresenta dificuldades no momento de tomar decisões e manter uma conduta crítica num ambiente rodeado de informações matemáticas. Logo, é notório que a alfabetização matemática desempenha função significativa na formação de cidadãos ativos, desenvolvendo, o conhecer reflexivo. A função crítica da matemática é conhecida, logicamente, como Educação Matemática Crítica.

É exatamente nessa conjuntura de anseio do ensino da matemática, com vistas ao trabalho, próximo da realidade do educando, juntamente com a necessidade de se adotar uma educação crítica em sala de aula, as questões ambientais ganham enfoque. Unir o ensino da matemática com as problemáticas ambientais apresenta um caminho promissor. Nesta oportunidade, vislumbra-se despertar maior interesse dos alunos pelo aprendizado da Matemática e, ao mesmo tempo, almeja-se a formação crítica e reflexiva dos educandos no que diz respeito à problemática ambiental (FERREIRA; WODEWOTZKI, 2009).

Em se tratando da temática ambiental na escola, encontra-se em ascensão a inclusão da Educação Ambiental Crítica no campo da Educação. Guimarães (2016) entende a Educação Ambiental Crítica como uma forma de compreensão acerca dos problemas socioambientais em suas múltiplas dimensões (geográficas, históricas, biológicas, sociais e subjetivas), levando em consideração o ambiente como o conjunto das interligações estabelecidas entre mundo natural e social, intermediados por saberes locais e tradicionais, acrescentando os saberes científicos.

Meyer, Caldeira e Malheiros (2011), acrescentam que ao trabalhar com a Educação Matemática e Ambiental é possível conferir à aprendizagem e ao ensino, a educação para o presente, que pode ser considerada uma urgência no campo educacional.

RELATO E DISCUSSÃO DA ATIVIDADE DESENVOLVIDA

Tendo como objetivo responder a seguinte questão norteadora: “*Quais as contribuições da Modelagem Matemática na sensibilização do consumo de água?*” realizamos o desenvolvimento de atividade de modelagem matemática envolvendo a perspectiva sociocrítica com dois grupos distintos. Denominamos essa ação educacional de “*Quem gasta mais água, nesta turma?*”. Tais atividades foram executadas de modo a contemplar as “fases” caracterizadas por Almeida, Silva e Vertuan (2012) que são essenciais no momento de configuração, estruturação e resolução de uma situação-problema e podem ser consideradas como inteiração; matematização; resolução; interpretação de resultados e validação. Na Figura 1 são apresentadas de forma concisa as fases da modelagem conforme os autores supracitados.



Figura 1: Fases da Modelagem Matemática segundo Almeida, Silva e Vertuan (2012)
Fonte: ALMEIDA; SILVA; VERTUAN (2012, p. 15)

Especificando o público-alvo envolvido na tarefa, as particularidades destes grupos são apresentadas no Quadro 01, os quais receberam as denominações de grupo A e Grupo L:

Quadro 01: Descrição dos grupos envolvidos na atividade de modelagem matemática na perspectiva sociocrítica realizada em dois grupos distintos, Grupo A e Grupo L, em 2019.

Características	Grupo A	Grupo L
Número de participantes:	10	60
Faixa etária:	14 a 55 anos	12 anos
Escolaridade:	Ensino fundamental e médio	Ensino fundamental
Nível de ensino:	Não-formal	Formal
Renda familiar:	01 a 03 salários mínimos	05 salários mínimos

As atividades foram desenvolvidas separadamente com cada grupo, totalizando 04 horas/aula. Contudo, tanto no grupo A quanto no grupo L, os trabalhos foram iniciados por meio de uma discussão sobre: *de onde vem a água que utilizamos? Ela é um recurso inesgotável?* Diante dessas interrogações e discussões oportunizadas, realizamos um levantamento escrito, o qual continha três perguntas. Esses questionamentos direcionaram o

desenvolvimento da atividade, sendo eles: “Qual é o seu consumo diário (m^3)?; Qual é o consumo ideal de água (L/dia/pessoa)?; É necessário economizar água? Por quê? ”. Para obtenção destes dados, os alunos foram convidados a apresentar suas estimativas em um *post-it*, entregue pela pesquisadora, e recolhido na sequência. Essa etapa pode ser caracterizada pela inteiração.

Previamente, no planejamento do trabalho, foi solicitado aos participantes de cada grupo que trouxessem uma conta de água e, para aqueles que não tivessem esse registro em casa, a tarefa foi estimar por senso comum o gasto de água utilizado diariamente em suas residências.

Iniciando os relatos do desenvolvimento das tarefas (matematização e resolução), no grupo L, os educandos analisaram em grupo as contas de água, para buscar então respostas mais precisa para as perguntas acima destacadas. Durante as discussões, os alunos levantaram outras perguntas e ficou acordado pela turma que iriamos buscar também qual era o aluno que consumia mais água. Após os cálculos (como mostra as Figuras 02 e 03) feitos à mão, cada grupo apresentou o maior consumo de água. A partir desse momento, foi possível realizar comparações do que havia sido estimado no *post-it* com o consumo real dos alunos, além de apresentar o educando com o maior consumo de água.

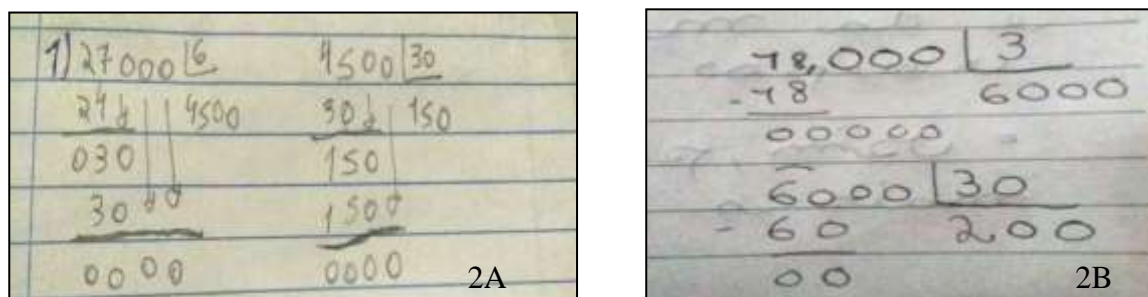


Figura 2 A e 2B: Cálculos realizados durante atividade de Modelagem Matemática pelo o Grupo L
Fonte: as autoras (2019).

Nesse momento, de posse dos dados, foram efetivadas algumas reflexões sobre o consumo real de água pelos educandos e ainda foi oportunizado debate sobre formas de economizar esse recurso, uma vez que a maioria dos alunos passou do limite estabelecido pela ANA – Agência Nacional das Águas - de 110 L/dia. No entanto, o grupo L mostrou-se um pouco apático ao seu próprio consumo. Mesmo para alunos que apresentavam consumo acima da média estabelecida pela ANA, não evidenciou-se uma preocupação real sobre consumo elevado de água. Diante deste fato, houve a necessidade da utilização de outro recurso que

auxiliasse nessa sensibilização e que também possibilitasse comparação do consumo de água dos alunos com outros indivíduos. Foi apresentado no dia seguinte desta tarefa um vídeo que abordava uma realidade completamente diferente dos educandos. Esse vídeo versava sobre o consumo de água na região Norte/Nordeste do Brasil. Imbricado à atividade, foi determinante para uma reflexão mais profunda.

Já no desenvolvimento da experiência no Grupo A em relação à matematização e resolução, por se tratar de um curso de inclusão digital, esse exercício foi realizado adotando-se como ferramenta o Software Excel. Ao realizar os questionamentos já descritos no momento de inteiração desta atividade, os alunos foram convidados a calcular o seu consumo real utilizando esse software. Reitera-se que a atividade em sala iniciou-se com a inquietação: “*Quem gasta mais água nesta turma?*”.

Logo, buscando responder tal questionamento, os alunos, de posse das contas de água e de estimativas do senso comum, quando necessário, realizaram a matematização da tarefa, colocando em prática as fórmulas e operações básicas exercitadas em sala anteriormente, já que essa experiência foi realizada em uma aula de revisão do conteúdo Excel (Figura 4).

	A	B	C	D
1		Gasto de Água		
2		TOTAL DE LITROS POR DIA	PESSOAS	LITROS INDIVIDUAL
3	Dandara	400	5	80
4				
5				
6				
7				
8				

Figura 4: Cálculos realizados pelos alunos do Grupo A com utilização do Excel na busca de responder o questionamento “*Quem gasta água, nesta turma?*”.

Fonte: as autoras (2019)

Ao término desses cálculos, os alunos expuseram no quadro negro os valores encontrados. Nesse momento, foram levantadas outras inquietações e reflexões acerca do consumo e formas de economizar água.

Para sintetizar os dados obtidos na experiência, sugerimos a análise do Quadro 02 que mostra os resultados obtidos pelo Grupo A e Grupo L nas discussões em grupo.

Quadro 02: Descrição dos dados obtidos na atividade de modelagem matemática na perspectiva sociocrítica em relação a sensibilização para consumo de água com grupos envolvidos na experiência

Itens	Grupo A (L/dia)	Grupo L (L/dia)
Estimativa de consumo de água (<i>post-it</i>)	20 a 300	2 a 25
Cálculo efetivo do consumo (<i>per capita</i>)	64,5 a 266,6	22,2 a 240
Usuários (por residência)	02 a 08	03 a 08

Ao observarmos os dados do Quadro 02, sintetizamos o processo de interpretação dos resultados e validação dos dados obtidos em cada grupo e apresentamos o maior e o menor valor para cada item o quadro em cada grupo.

Assim, ao analisarmos essas informações, podemos destacar que embora os grupos sejam distintos em termos de faixa etária e aspecto social, conforme mostrou o Quadro 01, o papel da escola consiste em trazer esses alunos em um mesmo patamar de ensino, ou seja, proporcionar condições iguais de aprendizagem.

Nessa conjuntura, evidenciamos o papel da modelagem matemática nesta experiência, pois ao adotar esta estratégia de ensino, contribuiu para que o aluno participasse dinamicamente da atividade proposta em ambos os grupos e ainda buscasse reflexões sobre a temática que extrapolaram o âmbito escolar como podemos ver na figura abaixo e também no diálogo entre dois alunos do Grupo A e em um bilhete enviado a pesquisadora do Grupo L (Figura 05), que pode ser desdobrado como uma consequência externa à atividade.

GRUPO A

H: *“é preciso cuidar da água e do nosso gasto...em casa hoje, vou contar o que fizemos e quero ver o que vão me dizer”*

D: *“todas nossas atividades diárias envolvem água. Quero ver o que meu pai vai dizer sobre isso lá no sítio”*.

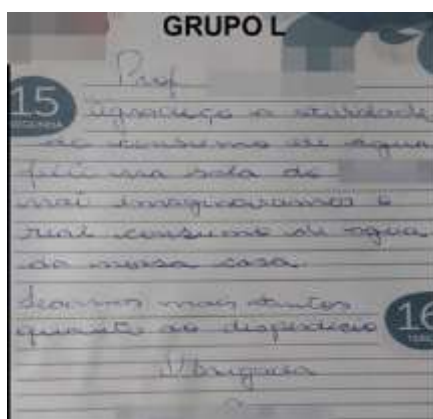


Figura 05: Foto de bilhete enviado para professora do Grupo L resultante da atividade aplicada

Fonte: As autoras (2019).

Transcrição: “*Professora (...), Agradeço a atividade do consumo de água feita na sala do (...). Não imaginávamos o real consumo de água da nossa casa. Ficamos mais atentos quanto ao desperdício. Obrigada*”

Finalizado relato de experiência, acrescentamos em nosso texto, o detalhamento de um trabalho realizado por Dalvi (2018). Este estudo, “*A modelagem matemática na perspectiva sociocrítica e os registros de representação semiótica na formação do conceito de número racional*” trabalhou os conceitos de número racional e o consumo de água/escassez de água partindo da questão: “*De que maneira o conceito de número racional pode ser formado a partir da Teoria dos Registros de Representação Semiótica por meio de uma prática pedagógica de MM na PSC?*” e almejava a descoberta em sala do seguinte questionamento: “*Eu sou gastão de água?*” com objetivo de analisar a formação do conceito do número racional pela mobilização dos diversos registros semióticos em uma prática pedagógica de Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica. Foram envolvidos alunos do 8.º ano do ensino fundamental, em 06 horas/aula, tendo como instrumentos de trabalho a campo: diários de bordo do professor e do aluno; produções textuais e gravações em áudio. Com a realização deste trabalho constatou-se que a atividade pedagógica da modelagem na referida perspectiva favoreceu os atos dialógicos do Modelo de Cooperação Investigativa e a elaboração de atividades envolvendo a TRRS contribuindo para a formação do conceito de número racional. Logo, a estratégia adotada deu espaço a um trabalho pedagógico que valorizasse os diversos registros semióticos de um objeto matemático.

Deste modo, tanto no trabalho escrito por Dalvi (2018) como neste relato de experiência, inferimos que os alunos tornaram-se capazes de coletar seus próprios dados, organizá-los,

interpretá-los, tirar conclusões pertinentes com base neles, e ainda explicar suas conclusões para outros envolvendo um tema tão atual e relevante.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao findar as atividades, em ambos os grupos, inferimos que a escola possui o papel de igualar as condições de aprendizagem, mesmo em diferentes circunstâncias. Ademais, associando este papel da escola com o trabalho de atividades de modelagem matemática na perspectiva sociocrítica, mesclando problemáticas ambientais, verificamos a oportunidade de abordarmos a sensibilização dos envolvidos no que se relaciona ao consumo de água.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, A. Por uma educação matemática crítica: a modelagem matemática como alternativa. **Educação Matemática Pesquisa : Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, [S.l.] v. 12, n. 2, jul. 2010. ISSN 1983-3156. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/2752>>. Acesso em: 06 jun 2018.

ALMEIDA, L. W. de; SILVA, K. P; VERTUAN, R. E. Modelagem Matemática na educação básica. São Paulo: Editora Contexto, 2012

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Balanco das Águas**. Publicação Anual da Agência Nacional de Águas, n.º 4, 2015. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/BalancodasAguas/Balanco_das_aguas_2014-2015.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.

BARBOSA, J. C. *Modelagem na educação matemática: contribuições para o debate teórico*. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. Anais... Caxambu: ANPED.

BRASIL. **Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Ensino Fundamental de nove anos – orientações gerais**. Brasília: MEC/SEB, 2004.

DALVI, S. Modelagem matemática na perspectiva sociocrítica e os registros de representação semiótica na formação do conceito de número racional (2018). 117 f. Mestrado Profissional em EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA. Instituição de Ensino: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Vitória

FERREIRA, D. H. L.; WODEWOTZKI, M. L. L. **Modelagem Matemática e Educação Ambiental: Uma Experiência com Alunos do Ensino Fundamental**. *Zetetike*, Campinas, SP, v. 15, n. 2, jan. 2009. ISSN 2176-1744. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8647026>>. Acesso em: 06 set. 2018.

GUIMARÃES, M. Por uma educação ambiental crítica na sociedade atual. **Revista Margens Interdisciplinar**, v. 7, n. 9, p. 11-22, maio 2016.

JACOBINI, O. R.; WODEWOTZKI, M. L. L. Uma Reflexão sobre a Modelagem Matemática no Contexto da Educação Matemática Crítica. *Bolema*, n. 25, p. 71-88, 2006

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

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

SKOVSMOSE, Ole. Educação matemática crítica: a questão da democracia. 4. ed. Campinas: Papyrus, 2008.

TUNDISI, J. G. (Org.). **Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro**. Rio de Janeiro: Aca