

# Concepção de não neutralidade dos modelos matemáticos: uma experiência no ensino médio

Conception of non-neutrality of the mathematical models: an experience in high school

---

THIAGO BRANAS DE MELO<sup>1</sup>  
ALVARO CHRISPINO<sup>2</sup>

## Resumo.

*Este artigo é fruto de uma pesquisa de mestrado defendida no PPCTE do CEFET/RJ. O objetivo desta pesquisa foi identificar possibilidades de atividades no Ensino Médio a fim de contribuir para a concepção de não neutralidade dos modelos matemáticos. Fez-se uma revisão teórica a respeito desta concepção, em especial, seguindo as reflexões da Educação Matemática Crítica e do enfoque CTS. A pesquisa se caracterizou por ser qualitativa e um estudo de caso baseado nos materiais desenvolvidos por alunos de um Instituto Federal localizado no Rio de Janeiro. Descreve-se a pesquisa em dois momentos – o processo de modelagem matemática e as questões sociopolíticas. Conclui-se a possibilidade de mudança de concepção dos alunos para a de não neutralidade dos modelos matemáticos, apesar de paulatina.*

**Palavras-chave:** Educação Matemática Crítica; Enfoque CTS; Modelagem Matemática no Ensino Médio.

## Abstract.

*This article is the result of Master's Course research proposed at the PPCTE at CEFET/RJ. The aim of this research was to identify possibilities for high school activities in order to contribute to the design of non-neutrality of mathematical models. We have done a theoretical review concerning this design, especially according to the considerations of the Critical Mathematical Education and the CTS view. The research was characterized as a qualitative case study based on materials devised by students at a Federal Institution located in Rio de Janeiro. The research is described in two different sections: the process of mathematical modeling and sociopolitical issues. We have come to the conclusion that the possibility of changing the design suggested by the students to the non-neutrality of the mathematical models, although gradual.*

**Keywords:** Critical Mathematical Education; STS View; Mathematics Modeling at High School.

---

<sup>1</sup> Mestre em Ciência, Tecnologia e Educação – CEFET/RJ. Professor do IFRJ, campus São Gonçalo, RJ, Brasil. E-mail: thiago.branas@ifrj.edu.br.

<sup>2</sup> Doutor em Educação – UFRJ. Professor do CEFET/RJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail:alvaro.chrispino@gmail.com.

Este artigo é fruto de uma pesquisa de mestrado defendida no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ). A questão a ser pesquisada emerge no estudo de dois campos diferentes – Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e Educação Matemática Crítica – que acabam envolvendo o meta-conhecimento da modelagem matemática.

Chrispinoet al. (2010), observando dados coletados por meio do PIERCTS (Projeto Iberoamericano de Avaliação de Atitudes Relacionadas a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade), identificam que os brasileiros conceituam de forma ingênua frases como “a tecnologia é novos processos, instrumentos, maquinaria, ferramentas, aplicações, artefatos, computadores ou aparelhos práticos para uso diário” ou “a tecnologia é robôs, eletrônica, computadores, sistemas de comunicação, automatismos, máquinas”. Estudantes ao final do ensino médio avaliam estas frases de modo muito distante da realidade, muitas vezes ignorando o social, o político e o cultural embutidos no termo *tecnologia* e considerando-o apenas como os artefatos desenvolvidos. Em outro viés, Skovsmose(2001) categoriza mais de um tipo de conhecimento matemático em um processo de modelagem. Ele aponta o conhecimento matemático propriamente dito, que seriam os postulados e teoremas, e o conhecimento tecnológico, que seria o processo de modelagem matemática.

Após as reflexões, inferiu-se um problema na complementaridade dos pontos acima citados: se alunos do ensino médio consideram que a tecnologia é caracterizada apenas pelos artefatos e os modelos matemáticos são os *mentefatos*(D'AMBROSIO, 1986), ou seja, o produto de um conhecimento tecnológico da matemática, então os alunos do ensino médio podem acreditar em uma concepção de neutralidade dos modelos matemáticos, já que assumem a matemática como um conhecimento mais “exato” que os demais construídos pelo ser humano (BARALDI, 1999; MACHADO, 2001). Partindo desta perspectiva, a presente pesquisa teve o seguinte objetivo: identificar a possibilidade de atividades com alunos do ensino médio a fim de contribuir para uma concepção de não neutralidade dos modelos matemáticos.

Com o objetivo definido, encontrou-se o primeiro desafio da prática a ser desenvolvida: a escolha do tema das atividades. O trabalho com temas no processo de ensino-aprendizagem não é novo. Freire (2005), na década de 1970, já falava em *investigação temática* e *temas geradores*. A *investigação temática* é uma busca que tem como pretensão vencer a chamada *educação bancária*. Em um processo dialógico, educadores

e educandos extraem da realidade estes *temas geradores* que não representam apenas justificativas para conteúdos clássicos das disciplinas escolares, mas envolvem *situações-limites* a serem vencidas por uma educação mais humanizadora.

Estes temas se chamam geradores porque, qualquer que seja a natureza de sua compreensão como a ação por eles provocada, contém em si a possibilidade de desdobrar-se em outros temas que, por sua vez, provocam novas tarefas que devem ser cumpridas. (FREIRE, 2005, p. 108)

Halmenschlager(2011) aponta a necessidade de critérios para orientar as escolhas dos temas, pois a não explicitação destes pode contribuir para que os temas sejam apenas mais uma máscara de currículos tradicionalmente organizados. Outro alerta, feito por Giardinetto (1999), refere-se à supervalorização do cotidiano do aluno ao se trabalhar a matemática escolar. Ele afirma que, apesar de ser importante tratar da matemática do cotidiano, é necessário que o aluno veja no ambiente escolar uma matemática além da utilizada no cotidiano, com aplicações ainda não concebidas por ele. A tese deste autor se embasa principalmente no argumento de que o aluno deve ter a oportunidade de adquirir conhecimento para alcançar uma posição social além da que ele tem originalmente. É papel da escolar possibilitar que isso ocorra.

Independente de qual seja a escolha do tema, um consenso é que ela se efetive a partir da realidade vivida pelos alunos, não fugindo de seus grupos de interesse. E foi o que ocorreu com a escolha do tema *valor da passagem de ônibus*, bem aceito pela turma e pertinente para uma formação mais crítica e reflexiva, por mais que ela não tivesse apontado como um tema possível para uma atividade matemática. A ideia do tema parte de uma reportagem que fazia referência ao aumento na tarifa cobrada pelo uso do transporte público no Rio de Janeiro, o que era justificado por uma fórmula matemática (vide figura 1).

Figura 1 – Notícia do portal G1

The image shows a screenshot of a news article from the G1 portal. At the top, there is the G1 logo and the text 'Rio de Janeiro'. Below this is a navigation bar with links for 'Editorias', 'Economia', 'Sua região', 'Telejornais', 'Serviços', 'VC no G1', and 'Princípios editoriais'. The article's timestamp is '07/05/2011 07h31 - Atualizado em 07/05/2011 07h31'. The main headline is 'Bilhete Único Carioca tem nova tarifa a partir deste sábado'. Below the headline, it states: 'Valor passou de R\$ 2,40 para R\$ 2,50 no primeiro minuto deste sábado. Usuário pode fazer 2 viagens em até 2h, nas linhas municipais.' The byline is 'Do G1 RJ'. The main text begins with: 'A nova tarifa do Bilhete Único Carioca (BUC) entrou em vigor no primeiro minuto deste sábado (7). O aumento, de R\$ 2,40 para R\$ 2,50, foi publicado na quinta-feira (5) no Diário Oficial do Rio. Esse valor foi obtido com base na fórmula prevista no edital de licitação do serviço de transporte coletivo por ônibus, realizada no ano passado. As informações são da Secretaria municipal de Transportes.' It continues: 'Com o BUC, o usuário pode realizar duas viagens pelo preço de uma, num intervalo de duas horas, nos ônibus das linhas municipais.' The final paragraph states: 'A cláusula inclui projeções de preços de mercado do óleo diesel, pneus, componentes para veículos, mão de obra, entre outros itens. Segundo a Secretaria, a fórmula de cálculo tem como fontes indicadores da Fundação Getúlio Vargas e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).'

A partir da escolha dos temas, a pesquisa seguiu com outros dois momentos, o processo de modelagem matemática e as questões sociopolíticas. Mas, antes de apresentar o processo de pesquisa, acreditando ser indissociável a prática da teoria e vice-versa, será exposto um breve referencial teórico e metodológico que serviu como guia.

## Concepção De Não Neutralidade Dos Modelos Matemáticos

Para entender melhor o que seja uma concepção de neutralidade ou não neutralidade da ciência, da matemática e da tecnologia, procurou-se uma possível definição para o termo *concepção*. Abbagnano(1998) afirma que *concepção* designa tanto o ato de conceber quanto o objeto concebido, mas que preferencialmente o que cabe melhor é o ato em si, pois quando se torna um objeto a concepção já seria um conceito. Esta definição vai ao encontro deste trabalho, pois o termo será trabalhado por meio de ações, atos. O autor completa o significado do termo com a seguinte observação: “Tão logo um conceito é simbolizado para nós, nossa imaginação reveste-o de uma concepção privada e pessoal, que só podemos distinguir por um processo de abstração do conceito público e comunicável” (p.169).

Hidalgo Tuñonet al. (apud PINHEIRO et al., 2009), mesmo não concordando com a concepção de neutralidade científica e tecnológica, apresentam três possíveis tipos de concepções de neutralidade sobre a ciência e a tecnologia:

- a) neutralidade ontológica – ciência e tecnologia não modificam o mundo, deixam as coisas como estão;
- b) neutralidade gnosiológica – as ciências são objetivas e compatíveis entre si, sem conflitos entre os conteúdos;
- c) neutralidade axiológica – os conhecimentos científicos e tecnológicos estão livres de valores e isentos de deformações ideológicas. (PINHEIRO et al., 2009, p. 3)

Fourez(1995), ao refletir sobre a construção das ciências, encontra na história diversas abordagens epistemológicas. Identifica algumas que exaltam o método indutivo, feito a partir de “puras observações” a fim de seguir o chamado “método científico”. Aponta a importância das teorias de Popper e Kuhn. Aquele com o desenvolvimento da ciência pelo chamado falseamento. E este com os paradigmas, que são as matrizes disciplinares cultural e historicamente construídas. Fourez (idem) não deixa de mostrar os impactos negativos acarretados pela sacralidade da Ciência Moderna e, também, o início dos estudos sociológicos em torno da ciência, dos conteúdos científicos e da comunidade científica, e da estruturação histórica dos paradigmas.

A ciência passa a não se mais um conceito trivial mas, sim, complexo (MORIN, 1998). Diversos aspectos relativos à ciência são passíveis de serem abordados, como os de natureza filosófica, sociológica, histórica, política, econômica e humanística (SANTOS e MORTIMER, 2002; CUTCLIFFE, 2003). Conceber uma visão neutra, infalível, elitista e única quanto ao método é, segundo Cachapuzet al.(2005), portar uma visão deformada da ciência.

A matemática, assim como a ciência, pode ser vista sob diversas concepções. Meneghetti e Bicudo (2003) e Meneghetti(2009) revelam que antes de Kant era possível identificar duas posições quanto à filosofia da matemática:

- (a) aqueles que buscaram fundamentar o saber matemático inteiramente na razão, dizemos que nesse grupo há prevalência do aspecto lógico do conhecimento; e (b) aqueles que buscaram fundamentar o saber matemático exclusivamente na intuição ou na experiência, dizemos que nesse grupo é privilegiado o aspecto intuitivo do conhecimento. (MENEGHETTI, 2009, p. 163)

Segundo a autora, no primeiro grupo se encontram o realismo platônico, o idealismo de Descartes e o racionalismo de Leibniz; já no segundo, se encontram os trabalhos de Newton, Locke, Berkeley e Hume. A partir de Kant, começa-se a enxergar a possibilidade de uma posição intermediária. Em Kant, “a intuição empírica nos permite

apreender o objeto, representá-lo; mas é o entendimento que pensa esses objetos e é dele que provêm os conceitos” (MENEGETTI, 2009, p. 164).

Apesar das teorias kantianas do século XVIII, no final do século XIX e início do XX, três correntes filosóficas se firmaram: o logicismo, o formalismo e o intuicionismo. Tais correntes são consideradas absolutistas, já que se posicionavam no extremo da razão ou da intuição. Com o fracasso dessas correntes, nos meados do século apareceram pensadores que analisavam a matemática como uma criação humana, com uma construção histórica e sujeita a falhas e correções, entre eles, Meneghetti e Bicudo (2003) citam Hersh, Lakatos, Thom, Grabiner e Wilder.

Roseira (2004) defende uma concepção centrada na construção social do conhecimento. Para ele, está presente nesta concepção a visão filosófico-falibilista da matemática, regida por alguns conceitos:

1. A Matemática é entendida como ciência e como tal um corpo de conhecimentos dinâmicos, em construção e em expansão;
2. O conhecimento matemático é entendido como falível e sujeito a questionamentos e refutações, tal como todo e qualquer conhecimento científico;
3. A fase criativa da Matemática é regida por indagações que devem arriscar novas visões, e redirecionar e criar conceitos ou propriedades. (p. 166)

Bem como a ciência e a matemática, o conceito “tecnologia” pode receber diversos significados. Veraszto et al.(2008) propõem o conceito de Sociossistema, que para eles consiste em “um novo conceito que permite relacionar a demanda social, a produção tecnológica com a política e economia” (p. 73). Assim, “o desenvolvimento de uma tecnologia constitui um processo aberto cujo curso é determinado pela interação dos diferentes grupos sociais relevantes” (p. 73).

Os mesmos autores identificam, por meio de um levantamento bibliográfico, outras concepções acerca da tecnologia que estão em desacordo com este novo conceito: a concepção intelectualista, segundo a qual a tecnologia é um conhecimento derivado da ciência; a concepção utilitarista, em que a tecnologia é sinônimo de técnica; a concepção da tecnologia como sinônimo de ciência; a concepção instrumentalista, onde a tecnologia se traduz na construção de artefatos para resolver tarefas; a concepção de neutralidade, que defende a tecnologia como isenta de valores; a concepção do determinismo, com o conceito de uma tecnologia auto-evolutiva, cujo desenvolvimento acontece naturalmente; a concepção de universalidade, em que a construção da tecnologia independe do local; e a concepção de otimismo e pessimismo tecnológico, que trata o bem-estar social como consequência da tecnologia ou a tecnologia como

causadora das catástrofes. Estas concepções, em determinados momentos, são suprimidas, pois desconsideram o social, o político e o econômico no processo de construção da tecnologia.

Um exemplo de sociossistema pode ser visto em Pinch e Bijker(2008), quando eles fazem um estudo de caso sobre a construção social do artefato bicicleta. Os autores afirmam que para se estudar a construção social da tecnologia observam-se os grupos sociais de interesse e identificam-se os problemas que cada grupo social tem com este artefato e as possíveis soluções tomadas (ou não) para resolver os problemas. No caso da bicicleta, partindo do modelo *Penny-farthing* de 1878 (figura 2), Pinch e Bijker apresentam um esquema que mostra artefatos, grupos sociais, problemas e soluções no processo de desenvolvimento desta bicicleta. As bicicletas modelo *Safety* são um exemplo: foram necessários dezenove anos (1879-1898) para que fossem aceitas, mesmo diminuindo o problema de estabilização de suas antecessoras, pois alguns grupos sociais relevantes a consideravam feias, por conta de sua roda frontal relativamente baixa e impulsão traseira, como se pode ver em um anúncio de 1887 (figura 3).

Figura 2 – Bicicleta *Penny-farthing*



Disponível em: [http://gallery.e2bn.org/assets/0802/0000/0283/mh\\_05\\_mid.jpg](http://gallery.e2bn.org/assets/0802/0000/0283/mh_05_mid.jpg).

Acesso em: 09/07/2012.

Figura 3 – Bicicleta *Safety*



Disponível em: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/14/Safety\\_bicycle\\_1887.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/14/Safety_bicycle_1887.jpg).

Acesso em: 09/07/2012.

Para finalizar esta breve revisão sobre a concepção de não neutralidade dos modelos matemáticos, recorremos a Skovsmose(2001). Segundo o autor, em um trabalho matemático que envolva o cotidiano e a realidade, há três tipos de conhecimentos: o conhecimento matemático propriamente dito, o conhecimento tecnológico da matemática e o conhecimento reflexivo. O conhecimento matemático, como visto em Roseira (2004), é a matemática concebida como ciência, que pode apresentar questionamentos sobre possíveis falhas e deve ser trabalhada como uma linguagem que traduz de forma objetiva vários conceitos e formas (MACHADO, 2001). Assim, a partir do que argumentamos acima, não consideramos a matemática como sendo neutra ontológica, gnosiológica e axiologicamente (PINHEIRO, 2005).

A modelagem matemática é o conhecimento tecnológico (SKOVSMOSE, 2001) e, como tal, ela apresenta uma construção social (VERASZTO et al., 2008; PINCH e BIJKER, 2008). Alguns elementos que caracterizam a tecnologia, como o fato de a tecnologia não seguir um modelo linear em que seria consequência direta da ciência (ACEVEDO, 2002), acabam por caracterizar também a modelagem matemática. Assim, os modelos matemáticos também não seguem um modelo linear em relação à matemática, a modelagem influencia a criação de novas matemáticas e estas podem possibilitar novos modelos.

O conhecimento reflexivo pode “ser interpretado como um referencial teórico mais conceitual, ou meta-conhecimento, para que se possam discutir a natureza dos modelos e o critério usado em sua construção, aplicação e avaliação” (SKOVSMOSE, 2001, p. 59). Ou seja, é o processo que Pinch e Bijker (2008) descrevem como sendo a

identificação dos grupos sociais relevantes para a tecnologia em questão, os problemas em relação ao desenvolvimento e à utilização do aparato ou mentefato (modelo matemático) que irão surgir dentro de cada grupo social e as possíveis soluções para estes problemas.

### **Aspectos Metodológicos**

A presente pesquisa tem um caráter qualitativo e consiste em um estudo de caso. A pesquisa qualitativa, dentro da esfera educacional, segundo Bogdan e Biklen(1994), apresenta alguns elementos que a diferencia da pesquisa quantitativa, como: ter o ambiente natural como fonte de dados e o pesquisador ser o principal instrumento da pesquisa; ser uma pesquisa descritiva, pois o processo interessa mais que o resultado final; a análise dos dados, geralmente, se desenvolver de maneira indutiva; e o significado ter importância vital para a pesquisa.

Como um tipo de pesquisa qualitativa, além de abranger os elementos já citados, o estudo de caso é usado “para compreender a especificidade de uma dada situação ou fenômeno, para estudar os processos e as dinâmicas da prática, com vista à sua melhoria” (PONTE, 2006, p. 10).

Ainda sobre o estudo de caso, vale ressaltar que:

A escolha de um determinado foco, seja ele um local na escola, um grupo em particular, ou qualquer outro aspecto, é sempre um ato artificial, uma vez que implica a fragmentação do todo onde ele está integrado. O investigador qualitativo tenta ter em consideração a relação desta parte com o todo, mas, pela necessidade de controlar a investigação, delimita a matéria de estudo. Apesar de o investigador tentar escolher uma peça que constitua, por si só, uma unidade, esta separação conduz sempre a alguma distorção. (A parte escolhida é considerada pelos próprios participantes como distinta e, pelo observador, como tendo uma identidade própria).(BOGDAN e BIKLEN, 1994, p. 91)

Esta pesquisa teve como ambiente um colégio da rede federal de educação da região metropolitana do Rio de Janeiro. A turma escolhida para se realizar este estudo foi uma do primeiro ano de um Curso Técnico integrado ao Ensino Médio e as atividades foram desenvolvidas junto aos alunos no segundo bimestre letivo, entre os meses de maio e junho de 2011. A turma era composta por 40 alunos, com faixa etária próxima aos 15 anos, sendo que 17 deles eram do sexo feminino e 23 do sexo masculino. O professor de matemática da turma era o primeiro autor deste trabalho, desempenhando um papel de professor-pesquisador.

A figura do professor-pesquisador tem se tornado mais constantes em escolas onde existe o incentivo, seja na carreira do docente ou do ambiente escolar (LÜDKE et al., 2001). Demo (2010) defende que, para uma alfabetização científica e tecnológica acontecer de fato, o professor deve fazer pesquisa e ingressar os alunos nesta ação. Já Ponte (2008) aconselha algumas medidas para o professor conseguir certo distanciamento ao fazer a análise de sua própria prática: (i) recorrer à teoria que acumula experiências e visões diferenciadas de antecessores, (ii) tirar partido da sua vivência num grupo de estudo ou de pesquisa e (iii) tirar partido do debate no exterior do grupo, com colegas de profissão, amigos e familiares.

Os dados foram recolhidos a partir do material produzido pelos alunos e por breves anotações feitas pelo professor-pesquisador. Após a análise, foram elencadas duas categorias que formam dois momentos da pesquisa, não distintos cronologicamente. Estas são o processo de modelagem matemática e as questões sociopolíticas.

### **Processo De Modelagem Matemática**

A modelagem matemática é uma das saídas para conseguir atualizar o currículo de matemática no novo milênio (GUZMÁN, 2007). Bassanezi(2011) considera necessário um modelo de educação matemática menos alienado e mais comprometido com a realidade dos indivíduos, a sociedade e as outras áreas do conhecimento. Ele argumenta que “na capacidade de estabelecer relações entre os campos da matemática e os outros, evitando reproduzir modos de pensar estanques fracionados” (p. 15) está o futuro da formação que prepara para “enfrentar o desafio de pensar a unidade na multiplicidade”(p. 15).

Apesar de considerar que cada autor encontra uma definição para modelo matemático, Bassanezi (*op. cit.*) se arrisca a apresentar uma. Para ele, modelo matemático é “um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado” (p. 16). O autor ainda diferencia diversas classificações conforme o tipo de matemática utilizada: linear ou não linear; estático ou dinâmico; educacional ou aplicativo.

Como consequência da falta de unidade na definição de modelo matemático, o processo de modelagem matemática também não possui uma definição exata. Araújo (2007), reconhecendo este fato, salienta que diversas perspectivas tem em “comum o objetivo de resolver algum problema não-matemático da realidade por meio de teorias e

conceitos matemáticos” (p. 17). Na mesma linha, Hein e Biembengut(2007) afirmam que:

Os esquemas não diferem muito. Diferem as interpretações, que vão desde a afirmação simplista de que a ‘modelagem matemática’ nada mais é que ‘matemática aplicada’. Outras vezes é confundida com a resolução de problemas. A falta de um estatuto que regule a terminologia talvez esteja longe de ser suprida, se é que em algum momento isso irá ocorrer, todavia é certo que o modelador matemático sempre estará entre o martelo do purista e a bigorna do utilizador. A função do professor de matemática, quando no uso da metodologia da modelagem matemática no ensino, é colocar o aluno entre essa bigorna e esse martelo. (p. 35)

Segundo Biembengut e Hein (2010), existem alguns objetivos a serem traçados quando é feito um trabalho de modelagem matemática no ensino, tais como incentivar a pesquisa, promover a habilidade em formular e resolver problemas, lidar com tema de interesse, aplicar o conteúdo matemático e desenvolver a criatividade.

Kaiser e Sriraman(2006), analisando bibliografia sobre a modelagem matemática, identificaram cinco perspectivas diferentes: realística ou modelagem aplicada, epistemológica, educacional didática ou educacional conceitual, sociocrítica e contextual. Nos chama a atenção, pela afinidade com os objetivos de nossa pesquisa, a perspectiva sociocrítica que, para Santos (2008, p. 350), “ocupa-se com a análise da natureza dos modelos matemáticos e seu papel na sociedade”.

A concepção que se tem na relação da matemática com a realidade interfere, segundo Araújo (2007), na maneira como se trabalha a modelagem na educação matemática. A autora elenca três tipos de visão: a platônica, a formalista e da Educação Matemática Crítica. A platônica sugere apenas uma solução para a situação-problema e a formalista já defenderia que todo conjunto de dados concretos poderia se encaixar em um sistema formal. Araújo (*op. cit.*) não descarta que estas concepções gerem resultados satisfatórios na maioria dos casos, mas com a Educação Matemática Crítica é possível fazer uma leitura mais reflexiva dos modelos, reconhecendo que a matemática possa ser usada como uma linguagem de poder contribuindo para o controle político.

Sobre as atividades de modelagem matemática desenvolvidas sob o prisma da Educação Matemática Crítica, Almeida e Silva (2010) dizem ser um laboratório de cidadania no qual se observa valores e atitudes tais como o gosto pela pesquisa, o despertar do interesse em assuntos sociais e o compartilhamento de ideias.

Para a atividade de modelagem matemática desenvolvida nesta pesquisa, dividiu-se a turma em 8 grupos de 5 alunos. Cada grupo representava uma empresa de uma cidade que podia ter a concessão de 4 ou 5 linhas de ônibus. Após a divisão, os grupos

receberam uma planilha que continha dados relativos aos gastos mensais das empresas, conforme a tabela 1.

Tabela 1 – Planilha com dados das empresas de ônibus

Empres a	Despesafixa mensal	Linh a	nº de motorista s	nº de viagensdiária s	Quilometrage m da linha	nº de passageiros mensai s
A	R\$ 30.000,00	1	13	39	35	13500
		2	10	50	20	10000
		3	15	48	31	15000
		4	11	75	14	11000
		5	16	85	19	16000
B	R\$ 35.000,00	6	20	47	43	20000
		7	14	38	36	14000
		8	9	75	12	9000
		9	15	75	19	15000
		10	17	65	26	17000
C	R\$ 45.000,00	11	20	80	25	20000
		12	11	55	20	11000
		13	17	57	30	17000
		14	15	40	37	15000
		15	22	95	23	22000
D	R\$ 30.000,00	16	14	50	29	14000
		17	12	70	17	12000
		18	18	60	30	18000
		19	16	50	32	16000
E	R\$ 30.000,00	20	15	45	32	15000
		21	10	28	37	10000
		22	17	74	23	17000
F	R\$ 25.000,00	23	15	52	29	15000
		24	15	62	24	15000
		25	9	70	13	9000
G	R\$ 30.000,00	26	12	30	40	12000
		27	21	23	9	13000
		28	14	43	32	14000
H	R\$ 25.000,00	29	16	64	25	16000
		30	13	75	17	13000
		31	19	175	11	19000
		32	13	100	13	13000
		33	10	48	21	10000
		34	11	72	15	11000
		35	14	77	18	14000

A partir dos dados da planilha, foi pedido que os grupos sugerissem um valor único para a passagem de ônibus da cidade, justificando a escolha. Os alunos notaram que seriam necessários alguns valores que não foram explicitados na planilha, para que continuassem as contas, os principais eram o salário do motorista de ônibus, o valor do litro do combustível que o ônibus consome e quantos quilômetros em média o ônibus consegue percorrer consumindo um litro de combustível.

Para não estender o texto, será relatado o processo de modelagem matemática tomando como exemplo as resoluções do grupo F. Este grupo encontrou um total de gastos de R\$134762,29 para manutenção de suas linhas de ônibus. Como a planilha estimava um total de 49000 passageiros em suas linhas e o grupo propôs, sem justificativa, um valor de R\$4,60 para cada passagem, a receita mensal (ou retorno financeiro, como chamou o grupo) da empresa seria de R\$225400,00, gerando um lucro líquido de R\$90637,71. Os grupos apresentaram diversas justificativas e estimativas para o valor da passagem de ônibus da cidade. Na tabela 2, pode-se visualizar a heterogeneidade das estimativas.

Tabela 2 – Valores estimados pelos grupos

Empresa	Salário do motorista (R\$)	Preço do combustível (R\$ por litro)	Quilômetros por litro	Despesa mensal estimada (R\$)	Lucro mensal estimado (R\$)	Valor da passagem sugerido (R\$)	Lucro estimado
A	1200,00	1,90	5,0	182.305,20	10.919,80	2,95	5,7%
B	1300,00	1,90	3,0	273.176,00	26.824,00	4,00	8,9%
C	1200,00	2,00	5,0	248.700,00	48.800,00	3,50	16,4%
D	1250,00	1,90	3,0	219.675,00	80.325,00	5,00	26,8%
E	1200,00	1,95	5,0	173.736,00	57.213,31	4,05	24,8%
F	1200,00	1,99	4,5	134.762,29	90.637,71	4,60	40,2%
G	1100,00	2,40	5,0	187.134,40	18.600,00	3,30	9,0%
H	1200,00	1,85	2,5	188.583,00	51.417,00	5,00	21,4%

Em um próximo passo, na tentativa de mais aproximar a atividade da realidade, foram reajustados alguns valores, os salários pagos pelas empresas e a quilometragem média por litro de combustível. Foi definido um piso salarial dos motoristas de ônibus (R\$1200,00 mensais) e um valor máximo estimado de 3,6 quilômetros por litro de combustível. Além disso, ficou acordado que o valor único da passagem de ônibus que seria cobrado em todas as linhas seria de R\$ 4,00, um valor “mais redondo” que se aproximava da média entre as estimativas dos grupos.

O trabalho de recalcular os lucros estimados das empresas com os dados reformulados foi proposto e executado por todos os grupos sem muitas dificuldades. Pode-se ver como ficaram as estimativas do grupo F na tabela 3. E, como objetivo final, foi pedido aos grupos que buscassem uma expressão matemática que define o valor da passagem de ônibus da cidade, P, em função do piso salarial do motorista, M, do valor médio do litro de combustível do ônibus, C, e do número total mensal de passageiros da cidade, A. A figura 1 representa a expressão formulada pelo grupo F.

Tabela 3 – Estimativa final dos valores do grupo F

<b>Empresa F</b>	
Salário dos motoristas	R\$ 1.200,00
Número de motoristas	57
Total gasto com salários	R\$ 68.400,00
Preço do litro de combustível	R\$ 1,99
Total de quilômetros percorridos	114150
Quilômetros por litro de combustível	3,6
Total gasto com combustível	R\$ 63.099,58
Despesa fixa	R\$ 25.000,00
<b>TOTAL DAS DESPESAS</b>	<b>R\$ 156.499,58</b>
Valor da passagem	R\$ 4,00
Número de passageiros	49000
<b>TOTAL DO FATURAMENTO</b>	<b>R\$ 196.000,00</b>
<b>LUCRO LÍQUIDO</b>	<b>R\$ 39.500,42</b>

Figura 1 – Expressão do grupo F

$$P = \frac{(406483,33C + 509M + 25000)}{A} \times 1,39$$

A atividade proposta de modelar, por meio de uma expressão, o valor da passagem de ônibus de uma cidade foi um desafio. Para tentar cumpri-la, todos os grupos trabalharam durante, pelo menos, uma hora e meia de aula. Quatro dos grupos formularam com êxito a expressão, mas os demais chegaram a resultados que tinham certa lógica no raciocínio, entretanto, não se encaixavam nos valores envolvidos. Como a atividade ocorreu na última semana letiva do semestre, as falhas foram apontadas, mas não foi proposta uma reformulação das expressões.

### Questões Sociopolíticas

A relação entre ciência, tecnologia e sociedade, que embasa este artigo, é, para Dagnino (2008), uma posição compartilhada por diversos autores que veem a ciência e a tecnologia

como partes e indicadores do grande desenvolvimento das forças produtivas, do sistema de relações sociais, da cultura, das estruturas políticas e institucionais e propõem que entre os níveis da ciência e da tecnologia e outros níveis da sociedade existe uma interdependência estrutural e funcional, que forma uma complexa rede de interação (p. 63).

E para levar esta rede de interações para o trabalho de modelagem matemática, optou-se por uma metodologia chamada “enxerto CTS” (WAKS, 1990; SANMARTÍN e LUJÁN, 1992; GONZÁLEZ GARCÍA et al., 1996; BAZZO et al., 2003; PINHEIRO et al., 2009). Esta consiste em manter o currículo oficial da disciplina, no caso da matemática, e fazer inserções de debates cujo foco reside na natureza da ciência e da tecnologia e como estes conhecimentos impactam a sociedade e o ambiente.

O objetivo de se fazer enxertos CTS é possibilitar uma educação mais crítica e reflexiva aos alunos que estudam em um currículo composto por tradicionais matrizes. A respeito do termo *crítica*, Nobre (2008) expõe que uma teoria trata de “como as coisas são”, mas ao agregar a crítica à teoria, busca-se “como as coisas deveriam ser”, filiando a teoria à prática, não mais trabalhando como dois momentos distintos.

E, para Skovsmose (2007), a educação matemática é crítica, pois desempenha um papel significativo nos processos sociopolíticos, sendo base para uma sociedade tecnológica, e a educação matemática pode servir tanto para formar o cidadão, de forma crítica ou não, quanto pode servir para acentuar o processo de exclusão (SKOVSMOSE, 1994).

Para inserir no ensino um debate de questões sociopolíticas em um ambiente matemático, optou-se por uma contextualização no processo de modelagem matemática. A contextualização é um tema delicado para que nem mesmo documentos oficiais conseguem uma definição (LOPES, 2002). Lopes (*op. cit.*), partindo de uma análise feita nos PCNEM (BRASIL, 1999), encontra três interpretações para o contexto: a) trabalho; b) cidadania e c) vida pessoal, cotidiana e convivência. A autora destaca que a contextualização muitas vezes sugerida no documento está submetida ao mundo produtivo e “os saberes prévios e cotidianos são incluídos em uma noção de contexto mais limitada em relação ao âmbito da cultura mais ampla” (p. 392).

Skovsmose (2008) alerta que trabalhar problemas cotidianos pode não referenciar à realidade, mas, sim, a uma semirrealidade. Ele exemplifica com um problema:

O feirante A vende maçãs a \$0,85 o kg. Por sua vez, o feirante B vende 1,2 kg por \$1,00. a) Qual feirante vende mais barato? b) Qual é a diferença entre os preços cobrados pelos dois feirantes por 15kg de maçãs? (SKOVSMOSE, 2008, p. 24)

No caso desse problema, o aluno poderia vir a questionar o professor se a distância entre o feirante A, B e a casa do comprador não pode ser um fator importante para decidir onde comprar, já que carregar 15kg de maçãs é uma ação difícil. Se, pela grande quantidade de maçãs, não é possível pedir algum desconto com um dos feirantes. A situação de semirrealidade, ao ser trabalhada no ensino, prevê um acordo implícito entre

professor e alunos – ela é “totalmente descrita pelo texto do exercício; nenhuma outra informação é importante para a resolução do exercício; mais informações são totalmente irrelevantes; o único propósito de apresentar o exercício é resolvê-lo” (SKOVSMOSE, 2008, p. 25).

Entende-se que a cotidianização no ensino é a busca por resolução de problemas que fazem referência à semirrealidade. A contextualização requer que outras questões entrem na discussão de um problema, sejam elas sociais, políticas, econômicas ou científicas. Assim, para começar uma contextualização em nossas atividades, pediu-se que os alunos definissem e dessem um exemplo de elemento social, elemento econômico, elemento político e elemento científico. Alguns grupos tiveram muita dificuldade de traduzir suas opiniões do que seria cada elemento, por mais que os exemplificassem corretamente. Notou-se que a maior dificuldade foi conseguir delimitar até que ponto vai cada elemento. Reconhece-se que a dificuldade é fruto da realidade, já que no mundo contemporâneo é difícil segregar cada um desses elementos.

O elemento social foi definido em torno de “aquele que está em conforme (sic) a sociedade” (GRUPO E). Os exemplos foram os mais diversos, como: após um aumento da passagem, “a população se revoltou e decidiu ficar 2 dias sem usar o transporte” (GRUPO G); o aumento constante do número de passageiros deve alterar o valor da passagem ou o número de ônibus circulando (GRUPO C); a “gratuidade escolar e acomodação para pessoas grávidas, obesos, crianças ou pessoas com necessidades especiais” (GRUPO E).

Quanto ao elemento econômico, alguns grupos pensaram de forma mais macro, outros, mais em torno da microeconomia, visando mais o lucro das empresas. As definições foram marcadas por frases como “a economia nacional pode influenciar muito nas configurações monetárias das empresas de ônibus” (GRUPO C), “o aumento do [...] piso salarial [dos motoristas] causa o aumento do valor da passagem” (GRUPO H) e “está intimamente ligado aos juros dos produtos e inflação” (GRUPO E). O valor da passagem, embasadas entre as despesas e o lucro das empresas, foi o exemplo que mais apareceu (GRUPOS A, B, C, D, F e H). Os outros dois exemplos de elemento econômico que interfere na passagem do transporte coletivo foram “crise econômica” (GRUPO E) e “demissão em massa” (GRUPO G).

Os elementos científicos foram muito confundidos com os tecnológicos ou como causadores destes. Esta confusão é uma temática trabalhada pelo enfoque CTS (PINHEIRO, 2005), mas, pela a análise ter sido feita após a coleta de dados, uma

discussão a respeito não foi feita. Os grupos A, B, C, E e G apresentaram como elemento científico o combustível e a eficiência da mecânica dos veículos em relação ao seu consumo. Os exemplos foram a eficiência dos motores e a maior quilometragem por litros de combustível, e os biocombustíveis e o menor impacto ambiental que eles causam. O grupo H apontou os estudos sobre a motricidade dos deficientes físicos como um elemento científico que pode contribuir para um avanço tecnológico na acessibilidade. E os grupos D e F posicionaram a matemática e a modelagem matemática, utilizada nos cálculos para estimar o valor da passagem, como um elemento científico.

Nenhum dos grupos chegou a definir o que seria o elemento político. A dificuldade, segundo os alunos, foi à abrangência que o termo “política” pode assumir. Para auxiliá-los, buscou-se apresentar alguns possíveis significados:

A política é (um conjunto de três significados):

- 1) uma **arte**: a arte de governar a cidade de acordo com um projeto relativo ao conjunto da cidade (este sentido é utilizado em expressões como "ter uma política");
- 2) uma **atividade**: "fazer política" é empenhar-se na ação que pretende a tomada do poder para fazer triunfar as suas ideias (o seu projeto -- ver significado anterior);
- 3) um **domínio** específico (distinto, por exemplo, do poder econômico). Neste significado, o substantivo é masculino: numa entrevista, Paul Ricoeur estabelece a distinção ‘entre o político, como estrutura da ação em comum e a política, como atividade gravitando em torno do poder, da sua conquista e do seu exercício’. (LEXICON, 2002, grifo do autor)

Os exemplos que os grupos deram para elemento político que influenciava no valor do transporte coletivo foram: o incentivo fiscal do governo às empresas de ônibus para garantir a gratuidade de estudantes, idosos e deficientes físicos (GRUPOS A, B, D e F), concessão exclusiva de uma linha a uma empresa (GRUPO C), alto valor no preço do combustível devido ao imposto cobrado sobre eles (GRUPO E), a obrigatoriedade legal de instalação de câmeras, lixeiras e elevadores para deficientes nos ônibus (GRUPO G) e a posição política assumida pelos sindicatos dos rodoviários (GRUPO H).

Outro ponto interessante de se notar no desenvolvimento da pesquisa é a existência dos elementos culturais que os alunos agregam às suas resoluções matemáticas, afinal, o ambiente social e político é indissociável do ambiente cultural. Entender e respeitar a matemática proveniente da vida cotidiana pode ser um caminho para auxiliar na construção da matemática científica e tecnológica por parte dos alunos (KNIJNIK, 2002; SKOVSMOSE, 2004). Relatam-se duas cenas ocorridas durante as atividades a fim de exemplificar o que acabou de ser defendido:

(1) Poucos minutos após a entrega da planilha aos alunos, um dos alunos do Grupo C questionou se os dados estavam certos e se eram reais, pois estavam apontando de 10 a 15 passageiros por viagem de cada linha. Segundo o aluno, foi a primeira preocupação dele, pois ele vivenciava diariamente ônibus lotados. A falha foi divulgada aos demais grupos que ainda não a haviam identificado. Os alunos acordaram a não necessidade de reformulação da planilha e perceberam que a busca de dados mais reais, neste caso, era uma ação difícil, devido aos interesses das empresas envolvidas no fornecimento de transporte público coletivo.

(2) O grupo G, ao justificar a sugestão do valor da passagem e a expressão matemática modelada, fez um excesso de aproximação, sempre tendendo a aumentar o lucro da empresa que eles representavam. Ao serem questionados do porquê, já que o uso da calculadora lhes era permitido, os alunos do grupo argumentaram que as contas se tornavam mais fáceis e disseram que “com certeza as empresas fazem isso para ganhar mais”.

### **Algumas Considerações Finais**

Apesar de a pesquisa ser um estudo de caso, ao fim dela e de outras atividades desenvolvidas no mesmo sentido (MELO, 2012), pode-se tirar algumas contribuições para a educação matemática, resumidas em três tópicos:

(1) O primeiro ponto observado diz respeito ao ambiente necessário para se desenvolver um trabalho cuja estrutura busca se referenciar na realidade vivida pelos alunos. Não há como trazer as concepções dos discentes para a sala de aula, com o objetivo de reconstruí-las, se não houver um cenário aberto ao diálogo (ALRØ e SKOVSMOSE, 2006), onde o aluno participa ativamente no processo de construção do conhecimento.

(2) A segunda consideração é relativa ao andamento particular desta pesquisa que se apresentou em três momentos: a escolha do tema, o processo de modelagem matemática e as questões sociopolíticas.

- O tema representa o pedaço da realidade a ser trabalhado. Pode ser escolhido pelo professor, pelo pesquisador, pelos alunos ou por estes atores em conjunto. A relevância do tema se dá pelo incentivo, ou não, a autonomia dos alunos e a promoção da cidadania.
- Se uma atividade se insere dentro da disciplina de matemática, ela deve abranger os conhecimentos específicos destinados a esta disciplina pelo

currículo. Não se considera coerente discutir as concepções epistemológicas e sociológicas de um conhecimento científico e tecnológico, sem possibilitar o acesso a ele. Assim, considera-se relevante as etapas de modelagem matemática neste tipo de atividade, já que esta pode ser uma metodologia para o ensino da matemática (BURAK, 2004).

- O debate de questões sociopolíticas em meio a uma atividade de modelagem matemática é emergente no que se refere a uma alfabetização científica e tecnológica mais ampla (CURY e BAZZO, 2001). Trazer estes elementos para a disciplina de matemática revela que não existe um conhecimento científico e tecnológico perfeito, livre de falhas, valores e atitudes.

(3) Finaliza-se este trabalho buscando uma resposta ao objetivo traçado. A realização de atividades, com alunos do ensino médio, a fim de contribuir para uma concepção de não neutralidade dos modelos matemáticos é possível. As atividades se mostraram eficientes, desde que sejam realizadas constantemente, pois se notou que a mudança de concepção almejada ocorre paulatinamente.

## Referências

- ABBAGNANO, N. *Dicionário de Filosofia*. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- ACEVEDO, J. A. ¿Qué puede aportar la Historia de la Tecnología a la Educación CTS? *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, 2002. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/acevedo3.htm>>. Acesso em: 18 out. 2011.
- ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, A. Por uma Educação Matemática Crítica: a Modelagem Matemática como alternativa. *Educação Matemática Pesquisa*, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 221-241, 2010.
- ALRØ, H.; SKOVSMOSE, O. Diálogo e aprendizagem em educação matemática. Tradução de Orlando Figueiredo. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.
- ARAÚJO, J. D. L. Relação entre Matemática e Realidade em Algumas Perspectivas de Modelagem Matemática na Educação Matemática. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. *Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais*. Recife: SBEM, 2007. Cap. 1, p. 17-32.
- BARALDI, I. M. Refletindo sobre as concepções matemáticas e suas implicações para o ensino diante do ponto de vista dos alunos. *Mimesis*, Bauru, v. 20, n. 1, p. 07-18, 1999.
- BASSANEZI, R. C. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia*. 3ª. ed. São Paulo: Contexto, 2011.
- BAZZO, W. A.; VON LISINGEN, I.; PEREIRA, L. T. D. V. *Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*. Madrid: OEI, 2003. 172 p.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. *Modelagem matemática no ensino*. 5. ed. São Paulo: Contexto, 2010.

- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora, 1994.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETÁRIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. *Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias*. Brasília: SEMT, 1999. 114 p.
- BURAK, D. Modelagem Matemática e a Sala de Aula. In: I Encontro Paranaense da Modelagem Na Educação Matemática, 2004, Londrina. *Anais*. Londrina: 2004. 1 CD-ROM.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. D.; PRAIA, J.; VILCHES, A. *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez, 2005. 263 p.
- CHRISPINO, A.; SILVA, M. A. F. B. D.; ANTONIOLI, P.; NIGRO, F. As crenças de professores e alunos sobre a tecnologia. In: ROIG, A. B.; ALONSO, Á. V.; MAS, M. A. M.; GARCÍA-CARMONA, A. *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la Comprensión de la Natureza de Ciencia y Tecnología*. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, 2010. p. 165-178.
- CURY, H. N.; BAZZO, W. A. Formação Crítica em Matemática: Uma Questão Curricular? *BOLEMA : Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, n. 14, p. 29-47, 2001.
- CUTCLIFFE, S. H. *Ideas, Máquinas y valores: Los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Barcelona: Anthropos, 2003. 228 p.
- DAGNINO, R. P. Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico: um debate sobre a tecnociência. Campinas: Unicamp, 2008.
- D'AMBROSIO, U. *Da realidade à ação: reflexões sobre a educação matemática*. São Paulo: Summus, 1986.
- DEMO, P. *Educação e alfabetização científica*. Campinas: Papirus, 2010.
- FOUREZ, G. *A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências*. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: UNESP, 1995. 319 p.
- FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005. 213 p.
- GIARDINETTO, J. R. B. *Matemática Escolar e Matemática da Vida Cotidiana*. Campinas: Autores Associados, 1999.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M. I.; LÓPEZ CERESO, J. A.; LUJÁN, J. L. *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos, 1996.
- GUZMÁN, M. D. Enseñanza de las ciencias y la matemática. *Revista Iberoamericana de Educación*, n. 43, p. 19-58, 2007.
- HALMENSCHLAGER, K. R. Abordagem Temática no Ensino de Ciências: Algumas Possibilidades. *Vivência*, v. 7, n. 13, p. 10-21, out. 2011.
- HEIN, N.; BIEMBENGUT, M. S. Sobre a Modelagem Matemática do Saber e seus Limites. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. *Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais*. Recife: SBEM, 2007. Cap. 2, p. 33-47.

- KAISER, G.; SRIRAMAN, B. A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, v. 38, n. 3, p. 302-310, jun. 2006.
- KNIJNIK, G. Itinerários da etnomatemática: questões e desafios sobre o cultural, o social e o político na educação matemática. *Educação em Revista*, Belo Horizonte, n. 36, p. 161-176, dez 2002.
- LEXICON. *Vocabulário de Filosofia Lexicon*, 2002. Disponível em: <<http://ocanto.esenseu.net/lexicon/politica.htm>>. Acesso em: 21 mar. 2012.
- LOPES, A. C. Os parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. *Educação e Sociedade*, Campinas, v. 23, n. 80, p. 386-400, set. 2002.
- LÜDKE, M.; PUGGIAN, C.; CEPPAS, F.; CAVALCANTE, R. L. A.; COELHO, S. L. B. *O professor e a pesquisa*. 6. ed. Campinas: Papirus, 2001.
- MACHADO, N. J. *Matemática e língua materna: análise de uma impregnação mútua*. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2001.
- MELO, T. B. D. *As contribuições do enfoque CTS e da Educação Matemática Crítica para a concepção de não-neutralidade dos modelos matemáticos no Ensino Médio*. 2012. 131p. Dissertação de Mestrado. PPCTE, CEFET/RJ, Rio de Janeiro, 2012.
- MENEGHETTI, R. C. G. O intuitivo e o lógico no conhecimento matemático: análise de uma proposta pedagógica em relação a abordagens filosóficas atuais e ao contexto educacional da matemática. *BOLEMA*, Rio Claro, n. 32, p. 161-188, 2009.
- MENEGHETTI, R. C. G.; BICUDO, I. Uma discussão sobre a constituição do saber matemático e seus reflexos na educação matemática. *BOLEMA*, Rio Claro, n. 19, p. 58-72, 2003.
- MORIN, E. *Ciência com consciência*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.
- NOBRE, M. S. *A Teoria Crítica*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2008. 71 p.
- PINCH, T. J.; BIJKER, W. E. La construcción social de hechos y artefactos. In: THOMAS, H.; BUCH, A. *Actos, actores y artefactos: Sociología de la tecnología*. Quilmes (AR): Universidad Nacional de Quilmes, 2008. p. 19-62.
- PINHEIRO, N. A. M. *Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio Científico-Tecnológico: A Contribuição do Enfoque CTS para o Ensino-Aprendizagem do Conhecimento Matemático*. 2005. 305p. Tese de Doutorado. PPGECT, UFSC, Santa Catarina, 2005.
- PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. *Revista Iberoamericana de Educación*, Madrid, n. 49-1, Março 2009.
- PONTE, J. P. Estudos de caso em educação matemática. *Bolema*, Rio Claro, v. 19, n. 25, p. 105-132, 2006.
- PONTE, J. P. Investigar a nossa própria prática: Uma estratégia de formação e de construção do conhecimento profissional. *PNA - Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, v. 2, n. 4, p. 153-180, 2008.

- ROSEIRA, N. A. F. *Educação Matemática e valores: das concepções dos professores à construção da autonomia*. 2004. 172p. Dissertação de mestrado. PPGEduC, UNEB, Salvador, 2004.
- SANMARTÍN, J.; LUJÁN, J. L. *Educación en ciencia, tecnología y sociedad: estudios sobre sociedad y tecnología*. Barcelona: Anthropos, 1992.
- SANTOS, M. A. D. Modelagem matemática em uma perspectiva sociocrítica. *Educação Matemática Pesquisa*, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 347-365, 2008.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio - pesquisa em educação em ciências*, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2002.
- SKOVSMOSE, O. *Toward a philosophy as critical mathematics education*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publisher, 1994.
- SKOVSMOSE, O. *Educação Matemática Crítica: a questão de democracia*. Campinas: Papirus, 2001.
- SKOVSMOSE, O. Foreground dos educandos e a política de obstáculos para aprendizagem. In: RIBEIRO, J. P. M.; DOMITE, M. C. S.; FERREIRA, R. *Etnomatemática: papel, valor e significado*. Tradução de R. S. ALAMINOS e S. ANDRADE. São Paulo: Zouk, 2004.
- SKOVSMOSE, O. *Educação crítica: incerteza, matemática, responsabilidade*. Tradução de Maria Aparecida V. Bicudo. São Paulo: Cortez, 2007. 304 p.
- SKOVSMOSE, O. *Desafios da reflexão em educação matemática crítica*. Campinas: Papirus, 2008.
- VERASZTO, E. V.; SILVA, D. D.; MIRANDA, N. A. D.; SIMON, F. O. Tecnologia: Buscando uma definição para o conceito. *PRISMA.COM*, Porto, n. 8, p. 60-85, 2008.
- WAKS, L. Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales. In: MEDINA, M.; SANMARTIN, J. *Ciencia, tecnología y sociedad, estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Barcelona: Anthropos, 1990. p. 42-75.

**Recebido: 18/8/2012**  
**Aceito: 30/1/2013**