

Não-neutralidade do Uso de Modelos Matemáticos em Sala de Aula

Thiago Brañas de Melo¹

Álvaro Chrispino²

Resumo: Este presente artigo é parte integrante de uma pesquisa de mestrado em andamento no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do CEFET/RJ. O ensaio apresenta reflexões feitas a partir de uma revisão bibliográfica sobre a matemática e os modelos matemáticos em uma sociedade tecnológica. Para trabalhar essas reflexões escolhemos um projeto que trate da modelagem matemática no ensino, sob duas temáticas, a saber, “passagem de transporte público” e “jogos de azar”. Nossa pesquisa se caracteriza por uma investigação qualitativa e por uma pesquisa-ação feita em uma sala de aula de um colégio federal no qual o mestrando é professor.

Palavras-chave: Matemática em uma sociedade tecnológica, modelagem matemática no ensino, Educação Matemática Crítica, Ciência-Tecnologia-Sociedade.

Este artigo é parte integrante de Pesquisa de Mestrado em andamento no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do CEFET/RJ - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca.

Começamos o artigo com uma revisão bibliográfica que tem como seguimento duas linhas de pesquisa principais: uma liga à Educação Matemática Crítica e outra com enfoque em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Optamos neste ensaio por não discorrer especificamente sobre as duas linhas ou descrever suas histórias e tendências atuais, mas por trabalhar a interação entre ambas, abordando o papel da matemática e dos modelos matemáticos em uma sociedade tecnológica. Como fruto de nossa reflexão teórica, desenvolvemos dois possíveis conjuntos de atividades que trazem a modelagem matemática para o ensino, mas sem esquecer o contexto em que estão inseridas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para começarmos a trabalhar a matemática e os modelos matemáticos sob uma concepção de não-neutralidade, precisamos antes conceber todo tipo de atividade científica e tecnológica como também sendo não-neutra. Essa necessidade parte de uma história de não linearidade da ciência e da tecnologia — e quando dizemos *não linear* queremos dizer

¹ Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – Campus São Gonçalo e mestrando do PPCTE do CEFET/RJ (thiago.branas@ifrj.edu.br).

² Professor Doutor do PPCTE do CEFET/RJ (alvaro.chrispino@gmail.com).

que concepções foram mudadas diversas vezes ao longo do tempo, o que inclui retomadas crônicas de concepções que haviam sido deixadas de lado em determinados períodos. Em boa parte da história da civilização ocidental, a ciência e a tecnologia foram consideradas neutras. Hidalgo Tuñon et al. (apud PINHEIRO et al., 2009) apresenta três tipos de concepções de neutralidade:

- 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)

Faz-se importante lembrar que alguns pensadores conceberam a ciência e a tecnologia com algumas dessas neutralidades simultaneamente ou até mesmo apresentando traços dessas neutralidades para determinadas atividades científicas e tecnológicas. A matemática talvez seja o conhecimento que mais foi usado para argumentar a favor da neutralidade científica e tecnológica devido a sua linguagem diferenciada da linguagem natural e de suas construções abstratas que tornam difícil perceber os elementos humanos que a envolvem.

Roseira (2004) apresenta três tipos de concepções a respeito dos fundamentos filosóficos epistemológicos. As três possíveis concepções são:

- **Objetivista:** os sujeitos que apresentam esta concepção têm uma visão estática da matemática. Para eles o conhecimento matemático é de natureza absoluta, atemporal, universal, inquestionável e pronto. É uma visão utilitarista, platônica ou pitagórica do conhecimento matemático. A matemática existe independente dos sujeitos, bastam eles a descobrirem. Todos fenômenos do mundo podem ser expressos por números e expressões matemáticas. (p. 163)
- **Centrada no sujeito:** considerada uma visão filosófico-absolutista da matemática. Existem três grupos que apresentam esta concepção, os logicistas (caráter inato, sintético a priori, das ideias matemáticas e importância do método axiomático), os intuicionistas (objetos matemáticos como criações dos sujeitos, caráter não empírico do conhecimento matemático) e os formalistas (rigor na linguagem e importância dos axiomas, demonstrações, fórmulas e da noção de estrutura matemática). (p. 164-165)

- Centrada na construção social do conhecimento: uma visão filosófico-falibilista da matemática. A matemática é entendida como ciência e como tal um corpo de conhecimentos dinâmicos, em construção e em expansão. O conhecimento matemático é entendido como falível e sujeito a questionamentos e refutações, tal como todo e qualquer conhecimento científico. A fase criativa da matemática é regida por indagações que devem arriscar novas visões, e redirecionar e criar conceitos ou propriedades. (p. 166)

Acreditamos que a concepção da matemática mais adequada à nossa pesquisa é a centrada na construção social do conhecimento e, assim, a matemática para nós não apresenta nenhuma neutralidade, seja ela ontológica, gnosiológica ou axiológica. Se não consideramos a matemática como sendo neutra dos valores e das ideologias sociais, políticas e econômicas, também não acreditamos que os modelos matemáticos quando formulados são neutros, em especial quando se trata de modelos matemáticos em uma sociedade tecnológica e globalizada como a que vivemos atualmente.

Para entender o papel dos modelos matemáticos em nossa sociedade, precisamos primeiro reformular a concepção que por vezes vemos no discurso vigente. Concebemos a tecnologia como algo mais amplo que os artefatos ou mentefatos (D'AMBROSIO, 2001) tecnológicos. Acreditamos que a tecnologia é um sistema, ou melhor, um sociossistema, que é “um novo conceito que permite relacionar a demanda social, a produção tecnológica com a política e a economia” (VERASZTO et al, 2008, p. 73).

As tecnologias, como formas de organização social, que envolvem o uso de artefatos ou certos modos de gestão de recursos se integram ao meio estabelecendo vínculos de interdependência funcional com outras tecnologias e diversos tipos de parâmetros sócio-econômicos e culturais. A tecnologia, portanto, não é autônoma por dois motivos: por um lado não se desenvolve com autonomia em relação a forças e fatores sociais e, por outro, não é segregável do sistema que faz parte e sobre o qual atua. A tecnologia, portanto, pertence a um meio, atua sobre ele, o molda e sofre influências do mesmo. (VERASZTO et al, 2008, p. 75)

Seguindo essa linha de pensamento, Skovsmose (2001) argumenta que os modelos matemáticos não envolvem puramente o conhecimento matemático. O processo de modelagem matemática, de forma pragmática, escolhendo quais as variáveis que entrariam no modelo, é um conhecimento tecnológico que está vinculado a um conhecimento reflexivo, “que deve 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” (idem, p. 59).

Se na criação da matemática, dos modelos matemáticos, da ciência e da tecnologia em geral há diferentes fontes de influência (sociais, culturais, econômicas, técnicas, políticas, etc.), quem deve tomar as decisões quanto às pesquisas em ciência e tecnologia e suas aplicações? Ora, Habermas (1994) classifica as interações entre a ciência e sociedade em três grupos: tecnocráticas, decisionistas e pragmático-políticas. Fourez (1995, p. 224) resume os três grupos da seguinte forma: “Tecnocráticos: as ciências e a técnica (os especialistas) determinam as políticas; decisionistas: os consumidores determinam os fins, os técnicos, os meios; pragmático-político: interações e negociações entre ‘especialistas’ e ‘não-especialistas’.

E Auler (2002) nos lembra que a tecnocracia tende a se prevalecer desde a Grécia Antiga, com as ideias de Platão por exemplo. Habermas (1994) aponta que a tecnocracia é mais uma forma de dominação de uma classe sobre outra quando se existe um “abuso de saber” (FOUREZ, 1995). Fourez (1995) afirma também que há situações, como pilotar um avião ou realizar uma cirurgia, em que o modelo tecnocrático se realiza melhor. Mas quanto a outras decisões, como a escolha de um programa de ensino de matemática numa escola secundária, o modelo pragmático-político seria interessante por envolver dinamicamente vários personagens sociais e não apenas caberia ao matemático decidir o que ensinar em suas aulas.

Nos casos em que a matemática está envolvida, o principal fator que pode contribuir pela opção do modelo tecnocrático é a ideologia da certeza matemática (BORBA, SKOVSMOSE, 2001). Borba e Skovsmose (2001) escrevem:

Vemos a ideologia da certeza como uma estrutura geral e fundamental de interpretação para um número crescente de questões que transformam a matemática em uma “linguagem de poder”. Essa visão da matemática – como um sistema perfeito, como pura, como uma ferramenta infalível se bem usada – contribui para o controle político. (p. 129)

Uma maneira de vencer o totalitarismo da tecnocracia é possibilitar uma alfabetização científica, tecnológica e matemática que alcance a sociedade em geral (AULER, 2002; D’AMBROSIO, 1999). Marco-Stiefel (2000) identifica três elementos em diversos trabalhos que tratam da alfabetização científica:

Alfabetização científica prática, que permita utilizar os conhecimentos na vida diária com o fim de melhorar as condições de vida, o conhecimento de nós mesmo, etc.; alfabetização científica cívica, para que todas as pessoas possam intervir socialmente, com critério científico, em decisões políticas; e

alfabetização científica cultural, relacionada com os níveis da natureza da ciência, com o significado da ciência e da tecnologia e sua incidência na configuração social. (CACHAPUZ et al, 2005)

No caso da matemática, reconhecer que ela se encontra em diversas decisões é reconhecer que a existe uma Matemática em Ação. A Matemática em Ação “faz parte dos processos sociotecnológicos que, ao produzirem [...] efeitos colaterais, transformam a sociedade e caracterizam a modernização reflexiva” (SKOVSMOSE, 2005, p. 35). Skovsmose (2005) exemplifica sua teoria com dois casos interessantes: modelo de sistemas de reservas de passagens e o ADAM (Annual Danish Aggregated Model). No caso das vendas de passagens, ele argumenta que caso se faça um estudo matemático e um levantamento de dados é possível diminuir o *overbooking* nos vôos e ADAM é um modelo dinamarquês que utiliza entre seus métodos a matemática para auxiliar na tomada de decisões políticas do país. Sinteticamente, a Matemática em Ação é o reconhecimento crítico-reflexivo do uso da modelagem matemática.

O processo de modelagem matemática é histórico e vem crescendo consideravelmente desde o surgimento da ciência moderna e, nas últimas décadas, com a melhoria na capacidade de computação dos artefatos tecnológicos (PINHEIRO, 2003). Mas nem toda modelagem matemática é benéfica — ou, como se queira dizer, um avanço na qualidade de vida da população — daí a necessidade de reconhecer a Matemática em Ação. Um caso histórico que nos mostra bem isso são as realizações de Simon Stevin, como nos traz Devreese e Vanden Berghe (2008).

Simon Stevin (1548-1620) foi um cientista, amigo do príncipe holandês Maurício de Nassau. Stevin teve grandes feitos na área de matemática, física e engenharia. Boa parte de sua reputação e de suas realizações se devem a seu sistema de numeração decimal que utilizou para trabalhar com os pesos e as medidas. Esse sistema o ajudou a desenvolver seus trabalhos de maneira prática. A matemática dele, quando foi posta em ação, contribuiu com seus estudos em estática e hidrostática. Com base nesses conhecimentos, ele pode aperfeiçoar os moinhos de ventos e de água para um aumento nas produções holandesas. Também criou fechadura e portas que foram uma novidade na época, pois só existia até então portões fechados por toras de madeira e fechaduras simples de se arrombar. Mas a mesma matemática que possibilitou maravilhas contribuiu com os horrores das guerras. Stevin realizou feitos inovadores na engenharia das batalhas, que contribuiu em favor da Holanda contra o domínio espanhol. Acabou recebendo como gratidão aos seus serviços

um alto cargo no exército de Nassau. Suas invenções foram desde grandes fortificações até um veículo movido a vela que transportava 28 pessoas ao mesmo tempo.

Se unirmos a Matemática em Ação à alfabetização científica, tecnológica e matemática, possibilitaremos que se realize uma Educação Matemática Crítica (SKOVSMOSE, 2008). Assim, vemos a necessidade de levar a modelagem matemática para o ensino sob este contexto. Oliveira e Barbosa (2011) apontam que

a utilização da modelagem nas aulas de Matemática possibilita aos alunos compreenderem os problemas provenientes do cotidiano e das diversas áreas do conhecimento e investigarem como os modelos matemáticos são utilizados na sociedade e nas ciências e como a matemática é usada na tomada de decisões. (p. 266)

Com essa breve revisão bibliográfica, podemos perceber que a modelagem matemática é envolvida com os aspectos técnicos, mas também por ideologias, vontades políticas e econômicas, ou seja, não existe neutralidade em seu uso. E é com isso que nossa pesquisa pretende trabalhar na sala de aula.

METODOLOGIA

Para caracterizar a pesquisa, Quivy (1992) propõe que se comece por uma pergunta que norteará o trabalho de investigação, por isso ela deve ser clara, exequível e pertinente (QUIVY, op. cit.). Assim, definimos nossa pergunta de partida como: *Atividades na sala de aula podem contribuir para uma concepção de não-neutralidade do uso de modelos matemáticos?*

Esta pesquisa acontecerá em um colégio da rede federal de educação da região metropolitana do estado do Rio de Janeiro. A turma escolhida para se realizar este estudo possui quarenta alunos do primeiro ano do ensino técnico integrado ao ensino médio, curso que possui duração de quatro anos e cujo regime de disciplinas é de aprovação semestral. Essa particularidade do regime semestral pode modificar a composição da turma caso haja reprovações no primeiro semestre do ano letivo, pois alguns alunos podem ficar retidos.

Buscando uma resposta para esta pergunta, nosso trabalho realizará dois conjuntos de atividades temáticas envolvendo modelagem matemática. A saber, os dois temas trabalhados serão “passagem de transporte público” e “jogos de azar”. A pesquisa será qualitativa e, ainda, se caracterizará como uma pesquisa-ação.

A pesquisa qualitativa, provinda das pesquisas sociológicas e antropológicas (BOGDAN & BIKLEN, 1994), emergem dentro das pesquisas educacionais a partir da

década de 1970 (LÜDKE & ANDRÉ, 1986). A pesquisa qualitativa apresenta o ambiente natural como fonte direta de dados, é descritiva (pois os pesquisadores se interessam mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados), suas premissas surgem durante a pesquisa (ou seja, tende a ser indutiva) e o pesquisador busca o significado na perspectiva dos sujeitos (BOGDAN & BIKLEN, 1994).

A educação matemática como campo de pesquisa tem utilizado de diversos tipos de pesquisas qualitativas: estudos de caso (PONTE, 2006); pesquisas colaborativas (FIORENTINI, 2006); pesquisas com história oral (GARNICA, 2006); abordagem fenomenológicas de pesquisa (BICUDO, 2006); entre outras. Como a pesquisa qualitativa se interessa mais pelo processo e pela descrição, seus instrumentos de coleta de dados também acabam sendo diferentes questionários fechados e índices numéricos da pesquisa quantitativa. Os instrumentos passam a ser questionários abertos, áudio e videogravações, documentos pessoais e notas de observações.

Dentro do conjunto de pesquisas qualitativas, um dos tipos é a pesquisa-ação. Entendemos, seguindo alguns autores (MORIN, 2004; TRIPP, 2005; FRANCO, 2005; THIOLENT, 1996), que pesquisa-ação é fazer o pesquisador ser um ator na pesquisa e os atores participarem da pesquisa, todos no intuito de promover uma mudança na educação.

Para André Morin, a pesquisa-ação integral é:

Aquela que visa a uma mudança pela transformação recíproca da ação e do discurso, isto é, de uma ação individual em uma prática coletiva eficaz e incitante, e de um discurso espontâneo em um diálogo esclarecido e, até, engajado. Ela requer um contrato aberto e formal (preferencialmente não estruturado), implicando em participação cooperativa e podendo levar até a co-gestão. (MORIN, 2004, p. 60)

A pesquisa ainda consistirá em um estudo de caso, pois será aplicada em uma turma específica. Quanto ao estudo de caso é importante ressaltar que:

Normalmente, o investigador escolherá uma organização, como a escola, e irá concentrar-se num aspecto particular desta. 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 do 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 & BIKLEN, 1994, p. 91).

AS ATIVIDADES

Conforme aludimos, serão realizados dois trabalhos com os alunos, cujos temas serão “passagem de transporte público” e “jogos de azar”.

07/05/2011 07h31 - Atualizado em 07/05/2011 07h31

Bilhete Único Carioca tem nova tarifa a partir deste sábado

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.

Do G1 RJ

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.

Com o BUC, o usuário pode realizar duas viagens pelo preço de uma, num intervalo de duas horas, nos ônibus das linhas municipais.

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).

Quadro 1 – Reportagem Bilhete Único Carioca no G1

A proposta da “passagem de transporte público” surgiu a partir da leitura de um breve artigo do portal de notícias G1 do dia 07 de maio de 2011 que deixava claro que para estipular o preço da passagem de transporte público no estado do RJ havia uma fórmula que tinha várias variáveis, como podemos ver na reportagem no Quadro 1. Abaixo listo os passos previstos da atividade.

1º passo:

- a) Dividir a turma em oito empresas de ônibus (grupos). Apresentar uma cidade fictícia com inúmeras linhas de ônibus, especificando em cada linha a quilometragem da linha, número médio de passageiros diários da linha, quantos motoristas são necessários para cobrir a linha, despesa mensal fixa para se manter a linha funcionando e a qual empresa de ônibus que deter o direito de fazer a linha.
- b) Pedir para os alunos investigarem o valor do litro de combustível utilizado nos ônibus, uma média de quilômetros por litro de combustível e o valor do salário de um motorista de ônibus.
- c) Cada grupo deve estipular um possível valor da passagem de ônibus, justificando a escolha por meios matemáticos.

2º passo:

- a) Após todos os grupos definirem um possível valor, buscará um consenso entre os grupos para um valor único da passagem de ônibus comum a todas as empresas da cidade.
- b) Os grupos devem trazer para a próxima aula, uma reportagem que tenha o tema valor da passagem de ônibus e apontar elementos sociais, econômicos, políticos e científicos que estejam envolvidos no preço da passagem.

3º passo:

- a) Será feita uma lista com todos os elementos trazidos pelos alunos e será feito, também, um mural com todas as reportagens trazidas para um debate a respeito do tema.
- b) Cada grupo deve depois elaborar uma fórmula matemática para constar na lei municipal que rege o preço da passagem de ônibus, onde as variáveis independentes serão o valor do litro de combustível, o valor do salário do motorista de ônibus e a média da soma da quantidade de passageiros mensais de todas as linhas de ônibus.

4º passo:

- a) Com cada grupo definindo a fórmula, buscará um consenso para qual entrará na lei municipal.

A atividade que tem como temática os jogos de azar nasceu da busca por um tema que tivesse elementos matemáticos, mas cujas decisões políticas fossem mais fortemente influenciadas por outras naturezas. Os constantes fechamentos de bingos clandestinos no estado do RJ, notícias da máfia dos caça-níqueis e a sempre possível legalização dos jogos de azar no Brasil contribuíram para que este tema fosse escolhido. E as etapas da atividade ficaram como descritas abaixo:

1º passo:

- a) Contextualizar o tema com o episódio 2x13 da série Numb3rs. Este episódio mostra que em jogos de cassinos, existe mais do que matemática e sorte para se ganhar, há interesses econômicos e até mesmo crimes envolvendo este ambiente de jogos de azar.
- b) Apresentar a atividade que os alunos irão desenvolver. A saber, cada grupo vai criar um jogo de azar com cartas de baralho que tem a mesma regra para todos, variando apenas as cartas escolhidas pelo grupo envolvidas em seu jogo, favorecendo mais a banca ou ao jogador.

2º passo:

- a) Cada grupo escolhe um integrante para ficar na banca enquanto os demais vão circular pela sala jogando nas bancas de outros grupos.
- b) Como o valor (fictício) que cada grupo começou é o mesmo, será feito um levantamento a respeito do valor final com terminaram.
- c) Será feito um gráfico indicando a relação probabilidade de se ganhar no jogo x valor final de cada um dos grupos.

3º passo:

- a) Em uma atividade interdisciplinar com Português, cada grupo deve redigir uma dissertação argumentativa respondendo a questão: Vocês são a favor da legalização dos jogos de azar no Brasil? Sim, Não ou Em Termos?
- b) Além da redação, os grupos vão trazer uma reportagem recente envolvendo os jogos de azar.
- c) Buscará um consenso a respeito da legalização dos jogos de azar no país.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

No presente momento em que este artigo está sendo escrito, os trabalhos de campo estão em fase de iniciação. Apesar de não ter ainda nenhuma análise dos dados coletados, podemos perceber que alguns alunos apresentam interesse no processo de modelagem matemática e debatem de forma bastante enriquecedora os temas não apenas com elementos matemáticos, mas trazendo fatores sociais, econômicos e políticos para o trabalho.

Esperamos que, ao final do processo de pesquisa, tenhamos contribuído para a formação dos alunos como cidadãos e para o campo de pesquisa que trabalha as interações entre a matemática, a educação e a sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AULER, D. *Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências*. Tese de Doutorado. Florianópolis: CED/UFSC, 2002.
- BICUDO, Maria. A. V. Pesquisa qualitativa e pesquisa qualitativa segundo a abordagem fenomenológica. In: BORBA, Marcelo Carvalho; ARAÚJO, Jussara de Loiola. (Orgs.) *Pesquisa qualitativa em Educação Matemática*. 2ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2006, p. 101-114.

BILHETE Único Carioca tem nova tarifa a partir deste sábado. Portal G1. Disponível em <http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2011/05/bilhete-unico-carioca-tem-nova-tarifa-partir-deste-sabado.html>. Acesso em 26/07/2011.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. *Investigação qualitativa em educação*. Portugal: Porto Editora, 1994.

BORBA, M. C.; SKOVSMOSE, O. A ideologia da certeza em educação matemática. In: SKOVSMOSE, O. *Educação Matemática Crítica – A questão da democracia*. Campinas: Papirus, 2001.

CACHAPUZ, Antonio et al. *A necessária revolução do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.

D'AMBRÓSIO, U. Literacy, Matheracy, and Technoracy: A Trivium for Today. *Mathematical Thinking and Learning*, vol.1, nº 2, p. 131-153, 1999.

D'AMBROSIO, U. *Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade*. Belo Horizonte: Autêntica, 2001. 107p.

DEVREESE, Jozef T.; BERGHE, Guido Vanden. *'Magic is no magic' the wonderful word of Simon Stevin*. Boston: Press Wit, 2008.

FIORENTINI, Dario. Pesquisar práticas colaborativas ou pesquisar colaborativamente? In: BORBA, Marcelo de Carvalho; ARAÚJO, Jussara de Loyola (Orgs.) *Pesquisa qualitativa em Educação Matemática*. 2ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2004, p. 49-78.

FOUREZ, Gérard. *A construção das ciências – Introdução à filosofia e à ética das ciências*. São Paulo: UNESP, 1995.

FRANCO, M. A. S. Pedagogia da Pesquisa-ação. *Educação e Pesquisa*, v. 31, n. 3, p. 483-502, 2005.

GARNICA, Antonio Vicente Marafioti. História oral e Educação Matemática. In: BORBA, Marcelo de Carvalho; ARAÚJO, Jussara de Loyola (Orgs.) *Pesquisa qualitativa em Educação Matemática*. 2ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2004, p. 79-100.

HABERMAS, Jürgen. *Técnica e ciência como ideologia*. Lisboa: Edições 70, 1994.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

MATOS, J.F., FIALHO, C.; ALVES, A. Cidadania e educação matemática crítica: investigação sobre o contributo da educação matemática na formação de cidadãos participativos e críticos. In: *Actas do Seminário de Investigação em Educação Matemática*. Santarém: Associação de Professores de Matemática, 2003.

- MORIN, André. *Pesquisa-Ação Integral e Sistêmica: Uma Antropopedagogia Renovada*. Tradução de M. Thiollent. Rio de Janeiro; DP&A Editora, 2004, 240 p.
- OLIVEIRA, A. M. P.; BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática e Situações de Tensão na Prática Pedagógica dos Professores. *Bolema*, Rio Claro (SP), v. 24, n. 38, p. 265-296, abril 2011.
- PINHEIRO, Nilcéia A. M. Uma reflexão sobre a importância do conhecimento matemático para a ciência, para tecnologia e para sociedade. *Publicatio UEPG*, Ponta Grossa, PR, v. 11, n. 1, jun, pp.21-31, 2003.
- 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*, 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.
- QUIVY, Raymond. *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. Tradução de João Marques e Maria Amália Mendes Lisboa. Lisboa: Gradiva, 1992.
- ROSEIRA, N. A. F. *Educação Matemática e Valores: Das concepções dos professores à construção da autonomia*. 2004. 172 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Educação e Contemporaneidade, Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 2004.
- SKOVSMOSE, O. *Educação Matemática Crítica – A questão da democracia*. Campinas: Papirus, 2001.
- SKOVSMOSE, O. Matemática em Ação. In: BICUDO, M. A e BORBA, M. (orgs) *Educação Matemática – pesquisa em movimento*. São Paulo, Editora Cortez, 2005.
- SKOVSMOSE, O. *Desafios da reflexão em educação matemática crítica*. Tradução de Orlando de Andrade Figueiredo e Jonei Cerqueira Barbosa. Campinas: Papirus, 2008.
- TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.
- VERASZTO, E. V.; SILVA, D.; MIRANDA, N. A.; SIMON, F. O. Tecnologia: Buscando uma definição para o conceito. *Prisma.com*, n7, p.60-854, 2008.
- ZEICHNER, K. M. Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico. In: GERALDI, C. M. G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. A. (Orgs.). *Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a)*. Campinas: Mercado de Letras, 2000. p. 207-236.