

Utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação nas aulas de Matemática na perspectiva da Educação Matemática Crítica

Marcio Bennemann
Norma Suely Gomes Allevato

RESUMO

O presente artigo pretende apresentar uma parte dos resultados de uma pesquisa que teve como objetivo analisar compreensões sobre Educação Matemática Crítica e sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) que um grupo de professores de Matemática constrói no decorrer de uma experiência de formação continuada. A experiência foi desenvolvida com um grupo de professores do sudoeste do Paraná, numa série de encontros totalizando 20h. Empregando a pesquisa qualitativa, foi registrada a participação dos professores no trabalho de produzir e discutir atividades matemáticas utilizando a planilha de cálculo Calc do BrOffice e o software GeoGebra. Concebidas segundo a filosofia da Educação Matemática Crítica, as atividades abordavam conteúdos relativos aos anos finais do Ensino Fundamental. O grupo, formado por professores que anteriormente não utilizavam as TIC em suas aulas, e que teve seu primeiro contato com essa filosofia nessa experiência de formação, concluiu que a utilização das TIC viabilizam um tratamento diferenciado aos conteúdos matemáticos, favorecendo a realização de investigações tanto matemáticas quanto aquelas relativas à ação da Matemática na sociedade. As atividades de maior proximidade com a realidade favoreceram o desenvolvimento de uma postura crítica com relação a “o que” ensinam, “como” ensinam e “por que” ensinam.

Palavras-chave: Educação Matemática. Educação Matemática Crítica. Tecnologias de Informação e Comunicação. Formação de Professores.

Use of Technologies of Information and Communication in Mathematics classes in the Perspective of Critical Mathematics Education

ABSTRACT

The purpose of the present paper is to show some results from a research whose objective was to analyze some understanding of Critical Mathematics Education and of the use of Technologies of Information and Communication that a group of Mathematics teachers build along with the experience from continuing education. The research was developed involving a group of teachers

Marcio Bennemann é Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela UNICSUL. Atualmente, é professor da UTFPR, Campus Pato Branco. Endereço para correspondência: Via do Conhecimento, Km 1, 85503-390 – Pato Branco/PR. E-mail: marciobennemann@yahoo.com.br
Apoio: CAPES/PIQDTec.

Norma Suely Gomes Allevato é Doutora em Educação Matemática pela UNESP. Atualmente, é professora e pesquisadora do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul – UNICSUL. Endereço para correspondência: Rua Galvão Bueno, nº 868, 11º andar, Liberdade, 01506-000 – São Paulo/SP. E-mail: normallev@uol.com.br

Recebido para publicação em 19/12/2012. Aceito, após revisão, em 27/5/2014.

Acta Scientiae	Canoas	v.16	n.3	p.578-596	set./dez. 2014
----------------	--------	------	-----	-----------	----------------

from Southwestern Paraná who attended a series of meetings in a total of 20 hours. By applying the qualitative research, the teachers' participation on producing and discussing mathematical activities by using the calculus spreadsheet Calc of BrOffice and the software GeoGebra was registered. Based on the philosophy of Critical Mathematics Education, the activities involved contents related to the final years of Elementary School. The group was composed of teachers who did not formerly use the Technologies of Information and Communication in their classes and had their first contact with that philosophy in that education experience. They realized that the use of Technologies of Information and Communication enables a different approach to Mathematical contents, favoring mathematical investigations as well as those related to the role of Mathematics in society. The activities which are closer to reality promoted the development of a critical attitude towards "what to teach", "how to teach" and "what to teach for".

Keywords: Mathematics Education. Critical Mathematics Education. Technologies of Information and Communication. Teacher Education.

INTRODUÇÃO

Este estudo foi concebido a partir do reconhecimento de que a Educação Matemática carece de um enfoque crítico em relação ao papel sociopolítico dessa disciplina. Também se apoiou na preocupação com o baixo índice de utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), nas aulas de Matemática, pelos professores do sudoeste do Paraná. Esse fato foi constatado em uma sondagem, via questionário, realizado em 2011 com 129 professores da referida região que revelou que mais da metade dos professores não utilizavam as TIC e que nenhum deles havia tido contato com a Filosofia da Educação Matemática Crítica (EMC) seja na formação inicial ou na formação continuada. Considerou-se, então, a possibilidade de interagir com estes professores, no sentido de analisar as possibilidades de implementar um enfoque didático que observasse os pressupostos da EMC associado ao uso das TIC. Assim, admitindo que essa utilização, segundo alguns critérios, poderia contribuir para um ensino voltado ao desenvolvimento de uma postura crítica nos alunos, foi desenvolvida uma experiência de formação continuada com aqueles professores, a qual constituiu a coleta de dados da investigação.

O presente artigo está estruturado de modo que na próxima seção é apresentada a metodologia empregada, seguida do aporte teórico e da descrição de como se deu a experiência de formação. As duas últimas seções trazem os dados com as respectivas análises e as considerações finais.

METODOLOGIA, CONTEXTO E PARTICIPANTES

A investigação que subsidiou o presente artigo está fundamentada na forma como Bogdan e Biklen (1994) caracterizam a pesquisa qualitativa, ou seja,

- [...] a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.47).
- Os dados recolhidos são em forma de palavras ou imagens e não números (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.48).

- [Há um maior interesse] pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.49).
- Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva.
- O significado é de importância vital na abordagem qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.50).

Desta forma, nossa coleta de dados se deu pela interação direta com os professores, em encontros realizados no laboratório de informática da escola em que um desses professores trabalhava, ou seja, em ambiente escolar. Os registros referentes às entrevistas, às participações dos professores nos encontros e às reflexões escritas produzidas pelos professores, e as nossas anotações em um diário de campo são, em essência, os dados que possibilitaram a interpretação das compreensões construídas pelo grupo. O foco no processo e não apenas no produto, se mostram nas estratégias adotadas na condução das atividades realizadas e discussões desenvolvidas visando construir uma consciência crítica com relação aos possíveis papéis sociopolíticos da Educação Matemática. Com relação às análises de dados de forma indutiva, embora tivéssemos um planejamento para os encontros, o executamos segundo os interesses do grupo, fazendo ajustes conforme as demandas que se apresentavam. Reconhecemos, portanto, no decorrer da investigação, quais eram os elementos que trariam à tona as compreensões docentes relativas à EMC. A questão do significado na investigação qualitativa, se fez presente no desenvolvimento contínuo de busca por compreensões acerca do que ensinamos, como ensinamos e por que ensinamos Matemática em nossas aulas.

Na metodologia qualitativa, o rigor científico com que o pesquisador trata seus dados deve ser uma preocupação evidente, conforme destacam Lüdke e André (1986), Goldenberg (1999) e Bogdan e Biklen (1994), mas os autores reconhecem que sempre haverá algum tipo de influência das concepções do pesquisador sobre os dados coletados e analisados. Assim, é certo que nossas concepções também tenham, de alguma maneira, afetado as informações que coletamos e a forma como as analisamos. No entanto, procuramos minimizar essa influência mediante a utilização de métodos distintos de coleta de dados, como as entrevistas e os questionários e, também, formas distintas de registros como as gravações em áudio e vídeo, além dos textos produzidos pelos professores e das anotações de campo, para que, no cruzamento dos dados, a “verdade” prevalecesse.

Em nossa pesquisa, tivemos uma forte interação com as professoras envolvidas. Partindo de suas prioridades/necessidades, relacionadas aos conhecimentos necessários para o uso das TIC nas aulas de Matemática, como pesquisador-formador, as apoiamos, mas também as apresentamos as concepções de Skovsmose (1999, 2001, 2007, 2008, 2011) sobre a EMC. Apoiados nessas duas vertentes, investigamos a seguinte questão: **que compreensões, relativas aos pressupostos da EMC, são reveladas por um grupo de professores ao se inserirem em um processo de formação continuada com o uso das TIC na perspectiva da EMC?**

A situação social que julgamos demandar esta investigação é a do âmbito e da realidade escolar nos anos finais do Ensino Fundamental da rede pública de ensino dos municípios do sudoeste do Paraná, por termos constatado via questionário, que os professores de Matemática da referida região pouco utilizam e até mesmo não utilizam os recursos das TIC em suas aulas, bem como desconhecem a filosofia da EMC.

A ação que propusemos às professoras consistia na participação de encontros de formação continuada para a análise e discussão dos princípios da EMC no desenvolvimento de atividades matemáticas utilizando as TIC. Embora a definição da ação tenha partido de nós como pesquisadores, teve a influência das professoras participantes pelo fato de que as mesmas foram entrevistadas antes da realização dos encontros e seus perfis profissionais e áreas de interesse foram considerados na programação. Portanto, o grupo formado a partir de um interesse comum, a utilização das TIC nas aulas de Matemática, participou da estruturação dos encontros, visto que suas demandas foram incorporadas. As decisões, no tocante às ações tomadas no decorrer dos encontros, como a própria filosofia da EMC sugere, foram de cunho democrático e participativo.

Para o desenvolvimento dessa investigação, foram convidados os professores de Matemática que atuavam nos anos finais do Ensino Fundamental, para participarem dos encontros. Nove professoras aceitaram o convite. Antes do início das atividades, programadas para oito encontros, as professoras foram entrevistadas a fim de que seu perfil profissional, suas concepções sobre o ensino de Matemática e seus conhecimentos e usos das TIC fossem identificados e considerados desde o primeiro encontro. Com base nesses dados, foi delineado um roteiro preliminar para os encontros, considerando, além da intenção de pesquisa, as características e interesses das professoras. No decorrer dos encontros, foram realizadas leituras e análises referentes as concepções de Skovsmose (1999, 2001, 2007, 2008, 2010) e Vallero e Skovsmose (2012) a respeito da EMC, e as de Borba e Penteado (2003) sobre o uso das TIC. Também foram desenvolvidas atividades matemáticas através da planilha de cálculo Calc, do BrOffice, e do software GeoGebra, escolhidos por estarem disponíveis em todos os laboratórios de informática da rede estadual de ensino do estado do Paraná. Concluídos os encontros, as professoras participantes foram novamente entrevistadas, buscando identificar como haviam compreendido a EMC trabalhada nas aulas de Matemática em que se fazem presentes as TIC. Com registros de áudio e vídeo, e reflexões que as professoras escreveram a respeito do que havia sido discutido nos encontros, formou-se um conjunto de registros que passaram por uma análise de conteúdo, conforme descreve Bardin (2006) para a definição de nossas categorias de análise. As unidades de análise foram constituídas por frases das falas, e parágrafos das escritas das professoras e do pesquisador. Do agrupamento dessas unidades surgiram as categorias de análise que passaram por uma descrição e finalmente a interpretação e análise. Neste artigo, a análise prioriza **as compreensões dessas professoras com relação aos pressupostos da EMC.**

APORTE TEÓRICO

Acreditando que um dos principais objetivos de se ensinar Matemática é o desenvolvimento da capacidade de reflexão crítica “em” ou “a partir de” situações sociais que requerem tais conhecimentos, essa pesquisa trata da EMC relacionada às TIC em um contexto de formação continuada de professores.

A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA

Os textos de Ole Skovsmose (1999, 2001, 2007, 2008, 2011) e Vallero e Skovsmose (2012) são nossas referências em relação à EMC. Os trabalhos de Skovsmose iniciados na década de 1980 vêm ganhando espaço e destaque junto à comunidade de Educação Matemática, inclusive no Brasil com sua participação no Programa de Pós-graduação em Educação Matemática da UNESP e a publicação de algumas de suas obras em português.

Propondo um olhar diferente sobre a Educação Matemática, Skovsmose (1999) formula a filosofia da EMC. O principal diferencial de sua proposta está na forma como vê o papel da Matemática na construção/manutenção das estruturas sociopolíticas. Tece severas críticas à forma como a Matemática é ensinada, atrelando os possíveis papéis sociopolíticos dessa disciplina a funções extratificadoras, selecionadoras, determinadoras e legitimadoras de inclusões e exclusões sociais.

Partindo de questionamentos bastante lógicos, porém incomuns nas aulas de Matemática, o autor chama nossa atenção para as práticas didáticas correntes, que classifica de tradicionais, onde prevalece o paradigma do exercício¹, a ideologia da certeza² e o absolutismo dos números³, fortalecendo e validando o poder da Matemática em ação⁴:

Usamos o algoritmo de maneira correta? Usamos o algoritmo correto? Podemos confiar no resultado vindo desse algoritmo? Poderíamos ter prescindido de cálculos formais? Como o uso efetivo de um algoritmo (apropriado ou não) afeta um contexto específico? Poderíamos ter desempenhado a avaliação de outro modo?(SKOVSMOSE, 2001, p.92)

Skovsmose procura despertar em seus leitores, em geral professores de Matemática, uma postura mais reflexiva em relação a “o que” ensinam e “por que” ensinam. Ele julga que esse tipo de reflexão não acontece, ou raramente acontece, no ensino dito tradicional.

¹ Ensino fundamentado na resolução de exercícios no formato de ordens (calcule, resolva, efetue) que tem pouco potencial para o desenvolvimento do raciocínio e da criatividade, mas fortemente ligado ao treinamento e obediência.

² Acreditar que a Matemática sempre oferecerá a melhor solução e que sempre oferecerá uma solução.

³ Transpor a pureza das estruturas matemáticas para os contextos que estão sujeitos à sua influência.

⁴ Skovsmose chama a atenção do leitor para situações em que o contexto sociopolítico foi moldado ou até mesmo concebido matematicamente.

Essa falta de diálogo entre professores e alunos a respeito do papel da Matemática na sociedade, não promove, e pode até mesmo dificultar, a construção de uma consciência crítica.

Sem a intenção de trazer uma solução aos problemas, tanto do ensino quanto da aprendizagem matemática, Skovsmose (2001) relata suas preocupações com relação a essa disciplina dizendo que

[...] fazer Educação Matemática é mais do que dar aos alunos um entendimento da arquitetura lógica da Matemática. A Educação Matemática Crítica preocupa-se com a maneira como a Matemática em geral influencia nosso ambiente cultural, tecnológico e político e com as finalidades para as quais a competência matemática deve servir. (SKOVSMOSE, 2001, p.18)

Assim, percebe-se na filosofia da EMC a preocupação com as possíveis finalidades do ensino de Matemática. Dentre elas está o desenvolvimento de pessoas capazes de agir em situações sociopolíticas fundamentadas matematicamente, ou seja, a matemacia. Essa perspectiva abarca tanto o lado técnico quanto o sociopolítico da matemática:

[...] a noção de matemacia representa uma competência, que está relacionada à matemática e que, como a noção de Freire sobre letramento, inclui suporte para a cidadania crítica. A noção de matemacia inclui não apenas referências à matemática, no amplo sentido do termo, mas também referência ao modo pelo qual a democracia é interpretada como uma forma de vida. (SKOVSMOSE, 2007, p.241)

Na presente pesquisa, entretanto, o foco de nosso questionamento está em discutir de que maneira essas competências, tanto sociopolíticas quanto técnicas poderiam ser favorecidas por atividades investigativas desenvolvidas com o uso das TIC em aulas de Matemática.

Diversas pesquisas em Educação Matemática têm identificado possíveis caminhos para que questões sociopolíticas sejam abordadas nas aulas de Matemática. Em sua investigação, Passos (2007) buscou articulações entre a EMC e a Etnomatemática. A autora considera que “[...] o caráter essencialmente cultural da Etnomatemática e o caráter político e social da EMC podem constituir-se em uma rica contribuição à Educação Matemática” (PASSOS, 2007, p.95), visto que a contextualização do conhecimento matemático favorece a identificação e análise de sua influência na vida das pessoas. A tomada de consciência desse fato, certamente representa um passo adiante no desenvolvimento de uma postura crítica, mas contempla prioritariamente o *background*⁵ dos alunos. Entretanto, a filosofia da

⁵ Skovsmose (2011) emprega esse termo para caracterizar as experiências vividas e o meio social do indivíduo, ou seja, um conjunto de situações que estruturaram as experiências de vida dessa pessoa.

EMC reconhece que, além da realidade vivida, as possibilidades, tendências, propensões, obstáculos e barreiras que os alunos vislumbram para seus futuros, segundo o que a sociedade parece lhes oferecer, também precisam estar presentes nas aulas de Matemática. A esse conjunto de possibilidades Skovsmose (2012) caracteriza de *foreground*.

A Modelagem Matemática, em uma abordagem educacional empregando cenários de investigação, como retratam Araújo (2002), Jacobini (2004) e Malheiros (2004), também vem demonstrando grande potencial frente à Educação Matemática Crítica, no entanto, em entrevista para Ceolim e Hermann (2012), Skovsmose alerta para a necessidade de uma postura crítica em relação aos modelos matemáticos. A glorificação da Matemática, ilustrada pela identificação de diferentes áreas para as quais ela pode contribuir, destacando como um modelo pode descrever certas partes da realidade, pode, além de estimular e motivar os alunos, ocultar diferentes intenções, legitimando ações tanto para o bem quanto para o mal. Por isso a postura crítica precisa ser estimulada.

As atitudes crítico-reflexivas em relação à ciência, à tecnologia e à Matemática e seus papéis na sociedade, foram alvo também do estudo de Pinheiro (2005), ao relacionar EMC com CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Na Educação de Jovens e Adultos, Ramos (2011) utilizou gráficos e tabelas para promover análises críticas de temas próximos ao contexto dos alunos, considerando seu solo pretérito (*background*) e seus horizontes futuros (*foreground*). E Cabral (2007) buscou mobilizar os conhecimentos dos alunos por meio do diálogo, sempre com ênfase ao cotidiano.

Nessas pesquisas, observamos vários enfoques didáticos distintos almejando um objetivo comum: ensino crítico de Matemática. O ponto de convergência dessas investigações está relacionado à valorização do contexto dos alunos e à promoção do ensino de Matemática a partir de temas de interesse dos alunos.

Incluindo mais um elemento a esse espectro de possibilidades, a seguir é abordado o uso das TIC no ensino de Matemática vislumbrando que, por meio delas, se pode favorecer a construção de um ensino de Matemática pautado na filosofia da EMC.

TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Assim como Borba e Penteadó (2002, 2003), Villarreal (1999), Miskulin (1999), Allevato (2005), Miskulin et al. (2006), Maltempo (2008) e Penteadó e Skovsmose (2008) já enfatizaram a importância do uso das TIC nas aulas de Matemática, grande número de outras pesquisas ligadas à Educação Matemática também reconhecem o potencial desses recursos quando adotados de modo a reestruturar o pensamento do professor e dos alunos no processo de construção do conhecimento matemático.

No entanto, apesar das pesquisas e mesmo superadas as desconfianças que haviam, nas décadas passadas, com relação à adequação ou ao uso das TIC nos ambientes educacionais, percebe-se, ainda agora no século XXI, a dificuldade em integrar estes recursos às aulas de Matemática. Identificada essa dificuldade nas escolas estaduais do

sudoeste do Paraná que realizam suas atividades nos anos finais do Ensino Fundamental, constatou-se que a maioria dos professores de Matemática dessa região não utilizava nenhum recurso das TIC em suas aulas. Apesar de considerarem essas tecnologias importantes, não as usavam por vários motivos, dentre eles: falta de conhecimento sobre como utilizá-las, receio de que ficariam expostos a questionamentos aos quais não teriam respostas, e desconhecimento sobre como “controlar” os alunos no laboratório de informática.

Esses e outros motivos podem levar alguns professores a integrar as TIC em suas aulas em uma perspectiva de “adequação”, enquadrando esses novos recursos em uma prática tradicional, repetindo as mesmas atividades próprias para serem realizadas com lápis e papel, agora com um aparato tecnológico, como já haviam constatado Borba e Penteadó (2002, p.247).

Na presente pesquisa, a perspectiva de utilização das TIC é centrada em proporcionar/ favorecer a construção de conhecimento matemático e de postura crítica em relação a ele, propondo atividades investigativas que extrapolem o que se pode fazer com os recursos tradicionais de sala de aula. Defende-se a utilização das TIC para dinamizar um ensino que reconheça na realidade dos alunos, nos seus contextos sociais e em seus horizontes futuros, elementos desencadeadores da matemacia.

Vários são os caminhos que se mostram promissores; no entanto, pretende-se empregar as TIC para favorecer a análise do papel sociopolítico da Matemática escolar. Nas obras de Skovsmose (1999, 2011), Valero e Skovsmose (2012) e Borba e Penteadó (2003), encontram-se recomendações ao emprego de atividades exploratórias no ensino de Matemática, as quais promovem o desenvolvimento de uma postura crítica do aluno. Nesse sentido, nessa pesquisa, foram elencados alguns critérios que podem orientar o professor quando do planejamento de suas atividades para as aulas de Matemática com o uso das TIC, vislumbrando atender as preocupações da EMC:

- Priorizar atividades investigativas com referência principalmente na realidade, mas também na semirealidade e na Matemática Pura;
- Tratar de problemas abertos envolvendo fatos reais que possibilitem matematizar situações relevantes para os alunos, “aos olhos” dos alunos;
- Explorar, nas atividades (problemas), aspectos que dificilmente seriam abordados via papel e lápis, buscando empregar múltiplas representações – gráfica, algébrica e geométrica – que integrem diversos conteúdos matemáticos;
- Promover a discussão a respeito do papel da Matemática nas relações sociais a que estamos sujeitos.

Nesse contexto, é que foram propostos os encontros de formação continuada: para discutir e implementar o uso das TIC segundo os pressupostos da EMC, com os professores. Reafirmamos que as professoras participantes não costumavam levar seus alunos para uma aula de Matemática no laboratório de informática. Tinham apenas alguns

conhecimentos sobre editores de texto e o uso da Internet para pesquisas esporádicas e troca de mensagens, e tampouco conheciam a filosofia da EMC.

Tendo discutido esses elementos teóricos, a seguir abordaremos a dinâmica dos encontros de formação realizados.

A EXPERIÊNCIA DE FORMAÇÃO

Desde o momento do convite aos professores, deixamos claro que a intenção era promover a análise e discussão sobre a EMC e também de algumas pesquisas que vêm sendo desenvolvidas a respeito do uso das TIC nas aulas de Matemática. A meta seria associar as aprendizagens construídas a partir desses estudos com as características, interesses e possibilidades do grupo.

No decorrer dos oito encontros, que totalizaram 20h, além da análise e discussão de textos sobre EMC e TIC, foram desenvolvidas atividades com a utilização da planilha de cálculo Calc, do BrOffice, e do GeoGebra, envolvendo conteúdos relativos ao Tratamento da Informação, Funções, Matemática Financeira, Números Racionais, Geometria Plana e Álgebra.

Todos os trabalhos desenvolvidos pelo grupo almejavam trazer para a prática docente as preocupações relativas aos papéis sociopolíticos da EM. Para isso, adotamos como referências na elaboração e desenvolvimento das atividades os critérios já mencionamos na sessão anterior. Dessa forma, como é a proposta dessa investigação, buscamos privilegiar as atividades investigativas com o auxílio das TIC. Como define Ponte, Brocardo e Oliveira (2003), investigar é procurar conhecer o que não se sabe. No entanto, não direcionamos nossos esforços num sentido exclusivamente matemático como predomina na obra desses autores. Tínhamos a intenção de identificar proposições e conjecturas matemáticas, mas também queríamos reconhecer tais elementos em situações reais que pudessem despertar o entendimento sobre a participação e influência desses conhecimentos matemáticos na construção dos contextos sociopolíticos envolvidos nas atividades.

Com base em encartes de propaganda, faturas de contas de água e luz, ou em relatos de acontecimentos vivenciados pelos participantes, o grupo promovia uma discussão sobre o tema. Aspectos matemáticos e não matemáticos eram considerados e debatidos.

As estruturas e os objetos matemáticos resultantes eram, então, desenvolvidos e analisados com o auxílio da planilha de cálculo e/ou do GeoGebra. Sempre tendo em mente os princípios da EMC, procurava-se promover investigações empregando simulações e múltiplas representações no intuito de compreender o papel daquela Matemática no contexto social. Como responsável pela condução da formação, o pesquisador ajudava as professoras a ficarem atentas ao poder da Matemática em ação de modo que o grupo tomasse consciência das estruturas matemáticas que de alguma forma compunham o contexto.

Na planilha de cálculo, a praticidade das simulações numéricas geralmente precediam as representações e análises gráficas. A descrição detalhada, bem como a análise, de uma dessas atividades desenvolvidas com a planilha de cálculo está registrada em Bennemann e Allevaro (2012). No GeoGebra, as estruturas algébricas eram relacionadas com as representações gráficas e as construções geométricas eram exploradas de forma dinâmica. Os comandos dos softwares foram explorados segundo as necessidades das atividades desenvolvidas. À medida que o grupo decidia o que desejava calcular, representar, mover, etc., buscava-se uma ferramenta que pudesse auxiliar naquele trabalho.

O pesquisador e também as professoras participantes sempre prestavam auxílio quanto ao uso dos recursos das TIC quando algum colega requeria ou demonstrava alguma dificuldade. A ajuda mútua entre os participantes era constante. Respeitando os ritmos individuais, não era introduzida uma nova atividade antes que todos tivessem concluído o trabalho com a atividade anterior. Assim, as atividades foram desenvolvidas e aprofundadas segundo as necessidades e os interesses manifestados pelo grupo.

E em cada atividade, o pesquisador instigava o grupo a uma análise a respeito dos princípios da EMC que teriam sido contemplados.

Dessa forma, o pesquisador atuou como incentivador, dando suporte, às professoras, em relação as TIC, e estimulando o grupo nas indagações relativas ao papel da EM no contexto sociopolítico. Decorrente do fato de as professoras terem declarado não utilizar as TIC em suas aulas, por desconhecerem metodologias para tal, várias das atividades desenvolvidas foram sugeridas pelo pesquisador. Como alternativa para isso, optou-se por propor investigações a partir de temas considerados pertinentes ao contorno social dos alunos dos anos finais do Ensino Fundamental, com os quais elas trabalhavam (por exemplo, análise de faturas de água e crediários). Essa abordagem envolvia uma discussão com base nos conhecimentos do grupo sobre o tema e, em alguns casos, a leitura de textos. Essa introdução tinha o intuito de desencadear questionamentos, por parte das professoras ou por parte do pesquisador, tendo em vista uma análise matemática da situação em busca de respostas aos questionamentos ou de solução ao problema identificado.

Decorrente de tais questionamentos, o pesquisador sugeriu ao grupo investigarem matematicamente o tema com a planilha, com o GeoGebra ou ambos. Depois de escolhido o recurso a ser utilizado, e o que se desejava ou precisava calcular, representar ou experimentar, era preciso apresentar às professoras alternativas para efetivar a realização do estudo proposto. Por exemplo, se o grupo estava interessado em calcular uma determinada taxa de juros, experimentando, testando hipóteses, o pesquisador auxiliava as professoras na escolha de funções e comandos da planilha de cálculo ou do GeoGebra que dariam suporte a tal empreendimento. Na sequência, juntos, implementavam o que havia sido proposto, ajudando-se, mutuamente no desenvolvimento da atividade.

Como as professoras não estavam habituadas a considerarem em suas práticas as preocupações que norteiam a EMC referentes ao papel sociopolítico da EM, o pesquisador assumiu um papel de guia, procurando mostrar caminhos e possíveis análises que desencadeariam tais abordagens e a ação da Matemática na sociedade. Por exemplo, na atividade que iniciou com a necessidade de eleger um auxiliar para o laboratório

de informática da escola em que uma das professoras atuava, o grupo foi estimulado a investigar a metodologia adotada por um instituto oficial de pesquisa, desencadeando uma análise sobre a Matemática que dá suporte a esse tipo de empreendimento social que tanto influencia na opinião pública.

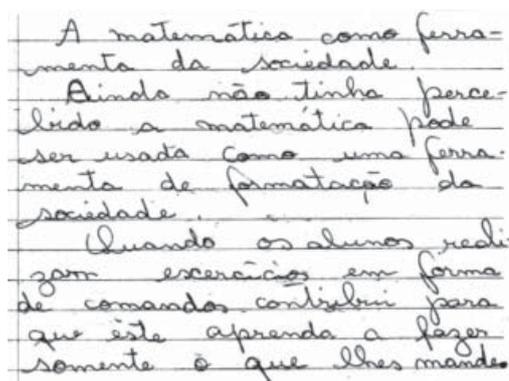
DADOS, ANÁLISES E ALGUNS RESULTADOS

No desenvolvimento das atividades, o grupo promoveu investigações com base em fatos reais que, aos olhos dos alunos, naquele momento representados pelas professoras, se mostravam relevantes. Discutiui-se matematicamente várias possíveis abordagens às situações problemas bem como a influência da Matemática em nosso contexto. Como mencionado anteriormente, não fazia parte dos objetivos desse experimento de formação continuada ensinar Matemática àquelas professoras (embora certamente isso tenha, em certa medida, também ocorrido); todas eram formadas em Matemática. O que se buscava era permitir que vivenciassem e refletissem sobre a possibilidade de trabalhar com a Matemática sob a ótica da EMC utilizando as TIC.

Como nenhuma das participantes tinha conhecimentos prévios acerca da EMC, seu olhar sobre a Matemática estava mais próximo do sentido platônico, ou seja, como um conteúdo puro, infalível, livre de qualquer influência do meio social e, conseqüentemente, acima de qualquer conduta ou manipulação que pudesse afetar seu significado. Essa visão, com a análise de textos sobre EMC, passou a incorporar outros elementos, tais como a dúvida levantada sobre por que desenvolvemos o ensino de Matemática somente (ou essencialmente) através de listas de exercícios na forma de comandos do tipo calcule, resolva, efetue; e a “ingenuidade” com que são tratados alguns modelos sem mesmo considerar quais variáveis foram incorporadas e quais não foram.

A seguir serão apresentadas as reflexões e falas de algumas professoras, identificadas por P seguido de um algarismo que as diferencia.

PROCOLO 1 – Desconhecimento da Matemática em ação.



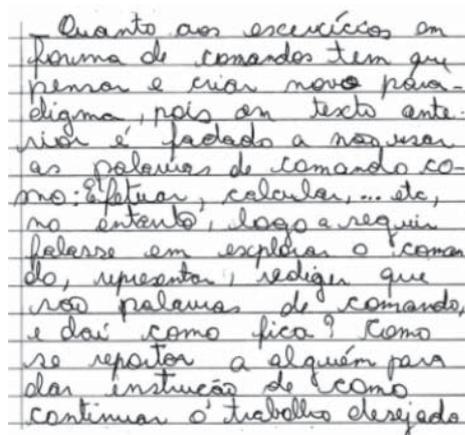
A matemática como ferramenta da sociedade.
Ainda não tinha percebido a matemática pode ser usada como uma ferramenta de formação da sociedade.
Quando os alunos realizam exercícios em forma de comandos contribui para que este aprenda a fazer somente o que lhes mandam

Fonte: reflexões da professora – P7.

Assim como essa professora, as outras também alegaram nunca terem se questionado a respeito de como a Matemática está presente na estruturação de vários contextos sociais em que estamos inseridos. Da mesma forma, as professoras desenvolviam suas aulas dentro do “paradigma do exercício”, mas o contato com a EMC lhes chama atenção para uma possível consequência dessa prática, ou seja, promover a passividade dos alunos perante ordens.

Outra professora, entretanto, escreveu:

PROTOCOLO 2 – Dúvida sobre comandos.



Quanto aos exercícios em forma de comandos tem que pensar e criar novo paradigma, pois em texto anterior é falado a respeito as palavras de comando como: efetuar, calcular, ... etc, no entanto, logo a seguir falamos em explicar o comando, representar, redigir que são palavras de comando e daí como fica? Como se reportar a alguém para dar instruções de como continuar o trabalho desejado.

Fonte: reflexões da professora – P6.

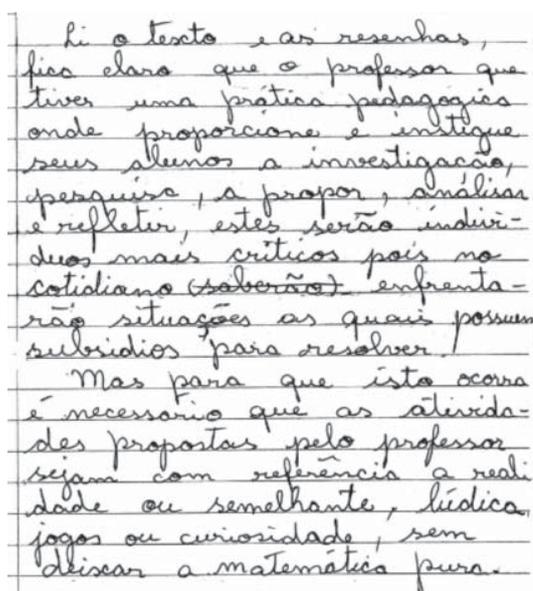
Nas discussões sobre o paradigma do exercício, as análises foram no sentido de que um ensino estruturado em ordens e comandos não está na perspectiva da EMC e que esse tipo de atividade possivelmente não estimule a processos criativos e a postura crítica por parte dos alunos. Mas, na fala da professora, percebe-se que não foi essa a compreensão da mesma. Ela dá a entender que pensou em reelaborar os exercícios de uma forma a suprimir os comandos e o processo reprodutivo em que o aluno é exposto a uma série de exercícios padrão. Sua preocupação estava em como redigir o texto de forma que o aluno fizesse as mesmas atividades sem utilizar as expressões calcule, resolva, efetue, etc. Quando ela questiona: “*como se reportar a alguém para dar instruções de como continuar o trabalho desejado?*”, vem à tona o modelo tradicional com as instruções a serem seguidas segundo um planejamento “rígido” previamente construído pelo professor. Alro e Skovsmose (2006) discutem o fato de que muitos exercícios são propostos com o único objetivo de serem resolvidos. Sua formulação não admite a possibilidade de questionamentos, a não ser processuais. Os autores defendem as abordagens investigativas onde os próprios alunos possam formular questões, propor e planejar linhas de investigações diversas.

Skovsmose (2008) discute a matriz denominada “ambientes de aprendizagem” onde distingue os ambientes fundamentados em exercícios daqueles estruturados em

investigações e traz as atividades investigativas referentes à realidade como aquelas que mais se aproximam de uma formação crítica. Dessa forma, o grupo priorizou essas atividades, no entanto, não as considerou investigativas somente no aspecto matemático, como técnico, mas também no social. Os aspectos técnicos surgiram e foram explorados a partir de necessidades matemáticas desencadeadas e/ou demandadas pela leitura e interpretação do contexto que originava a atividade. Assim, a matemacia foi abordada em seus dois aspectos: técnico e social.

Como material de apoio às discussões, o pesquisador disponibilizou às professoras, resenhas e artigos referentes a obras de Ole Skovsmose. No texto a seguir, uma das professoras traz sua compreensão sobre EMC:

PROTÓCOLO 3 – Compreensão sobre EMC.



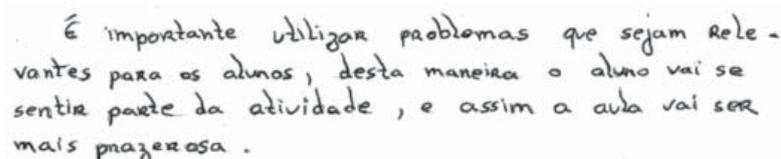
Li o texto e as resenhas, ficou claro que o professor que tiver uma prática pedagógica onde proporcione e incentive seus alunos a investigar, pesquisar, propor, analisar e refletir, estes serão indivíduos mais críticos pois no cotidiano (saberes) enfrentarão situações as quais possuem subsídios para resolver. Mas para que isto ocorra é necessário que as atividades propostas pelo professor sejam com referência a realidade ou semelhante, lúdica, jogos ou curiosidade, sem deixar a matemática pura.

Fonte: Reflexão da professora – P7.

Ela aborda, dentre outras, a investigação como forma de desenvolvimento crítico, sugerindo que os professores utilizem diferentes estratégias como atividades com referência à realidade, os jogos e a própria Matemática Pura. A compreensão da professora está de acordo com Skovsmose (2008) que sustenta que a Educação Matemática deve se mover entre os diferentes ambientes de aprendizagem e que, além disso, esse movimento pode também ser usado como instrumento crítico de análise do desenvolvimento dos alunos frente aos diferentes ambientes.

As discussões do grupo também envolveram matematizar situações relevantes para os alunos, “aos olhos” dos alunos. Essas situações foram consideradas como as áreas de interesse dos alunos, vinculadas tanto a seus *backgrounds* quanto a seus *foregrounds*. No texto a seguir, a professora aborda essa temática dizendo:

PROTOCOLO 4 – Problemas relevantes para os alunos.



É importante utilizar problemas que sejam relevantes para os alunos, desta maneira o aluno vai se sentir parte da atividade, e assim a aula vai ser mais prazerosa.

Fonte: reflexão da professora – P5.

Essa professora, durante os encontros, sempre manifestou seu interesse em tornar suas aulas prazerosas, afirmando que seus alunos demonstram gostar de fazer Matemática quando trabalham com atividades que lhes dizem respeito, seja em relação ao que vivenciam ou em suas perspectivas futuras. Tanto no texto que escreveu quanto nas participações orais da professora durante as discussões, pode-se dizer que suas preocupações são pertinentes a EMC. Vallero e Skovsmose (2012) apresentam uma experiência vivida por Paola Vallero, na Colômbia, quando um aluno lhe abordou dizendo que aquilo que estavam estudando não colaboraria na realização do que ele vislumbrava como uma possibilidade de futuro, “mudar-se para os Estados Unidos”. Ele não via nenhuma perspectiva profissional na Colômbia na qual pudesse empregar aqueles conhecimentos, tampouco nos trabalhos a que seria submetido nos Estados Unidos. No *foreground* desse estudante não tinha espaço para a Matemática da forma como lhe era apresentada. Então, quando o professor está atento a problemas relevantes aos alunos, ele está pondo em prática as preocupações da EMC.

As compreensões das professoras em relação à EMC, tiveram uma significativa mudança no decorrer dos encontros de formação. Apesar de nenhuma delas ter conhecimento prévio sobre EMC, a partir das leituras e discussões, todas reconheceram, nas atividades desenvolvidas e em suas práticas didáticas, quais daqueles pressupostos se faziam presentes com maior ou menor intensidade. Dos primeiros encontros selecionamos algumas falas das professoras:

(P4) – *Apesar de a Matemática estar presente em diversas situações do nosso cotidiano, (praticamente todas), nunca havia pensado na influência da mesma sobre a sociedade.*

(P1) – *Ainda não tinha percebido que a Matemática pode ser usada como uma ferramenta de formatação da sociedade.*

Elas revelam que as preocupações levantadas por Skovsmose (1999) a respeito da função da Matemática na estruturação ou manutenção de alguns aparatos sociais ainda não faziam parte de suas compreensões acerca da Matemática. Em contrapartida, também se percebe, nessas falas, o despertar para um novo olhar a respeito das funções desempenhadas pelos conteúdos matemáticos.

No terceiro encontro outra professora comentou:

(P7) – Professor, encontrei um trabalho de estatística falando sobre literacia estatística e olha quem estava lá, o teu autor, Ole Skovsmose. Adorei.

Essa professora havia iniciado o PDE (Programa de Desenvolvimento da Educação do estado do Paraná), no qual uma das atividades é um projeto de intervenção didática junto aos alunos. Ela estava inclinada a utilizar a filosofia da Educação Matemática Crítica em seu projeto, e na busca por referencial teórico encontrou a literacia estatística assim como havíamos abordado, nos encontros, a matemacia. Ou seja, ao tomar conhecimento da EMC, a professora viu novas perspectivas para seu trabalho. Quando ela diz “adorei”, está expressando seu apreço e sua afinidade com essa filosofia.

No sétimo encontro, quando o grupo discutia a respeito de atividades já desenvolvidas em que aspectos da EMC teriam se manifestado, uma professora comentou:

(P3) – Educação fiscal eu trabalhei com eles [os alunos] também. É bom porque é um assunto crítico, daí eles ficam sabendo a carga tributária e o percentual que é agregado ao custo das mercadorias. Daí, ali realmente a gente consegue dar uma aula crítica de Matemática.

Em seu comentário, a professora menciona “*assunto crítico*”, possivelmente se referindo à necessidade de as pessoas conhecerem a respeito de tributação para que possam se posicionar frente às medidas governamentais. Mais adiante, quando diz:

- “*daí, ali realmente a gente consegue dar uma aula crítica de Matemática*”,

percebe-se que ela está relacionando aula crítica de Matemática com a abordagem de um assunto mais “polêmico”. Sem dúvida esses assuntos propiciam o desenvolvimento de análises críticas, mas quando falamos em EMC, pensamos além de unicamente polemizar; consideramos um posicionamento crítico inclusive em relação ao papel desempenhado pela Matemática no referido assunto. Não é o caso de identificarmos somente aplicações matemáticas, mas seus efeitos.

Enfim, foram despertadas compreensões iniciais sobre EMC que provocaram um repensar sobre o papel da Educação Matemática. Tais compreensões aparentam estar, ainda, atreladas às aplicações matemáticas vinculadas ao contexto de vida dos alunos, mas correspondem ao início de uma caminhada que requer um amadurecimento frente às concepções da Educação Matemática Crítica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar as compreensões sobre Educação Matemática Crítica que um grupo de professores de Matemática constrói no decorrer de uma experiência de formação continuada. Foram analisados com as professoras os pressupostos da EMC, e discutido sobre quais seriam as características desejáveis em atividades matemáticas desenvolvidas em ambientes informatizados, almejando um ensino crítico com relação ao papel da Matemática na sociedade.

As professoras, que desconheciam totalmente a filosofia da EMC, passaram a analisar as atividades, do curso e suas próprias práticas didáticas segundo essa filosofia. Em suas manifestações, tanto orais quanto escritas, as participantes incorporaram, ainda que de modo restrito, questionamentos relativos ao poder da Matemática na estruturação do contexto social, bem como possíveis efeitos de um ensino pautado no paradigma do exercício. Consideraram também a propensão, das atividades investigativas, ao desenvolvimento da matemacia considerando o *background* e o *foreground* dos estudantes.

Antes da formação, as participantes também não utilizavam as TIC em suas aulas. Atribuía-se isso ao fato de não terem uma formação específica para esse uso e, por isso, sentiam-se inseguras. No entanto, no decorrer dos encontros essa insegurança foi gradativamente superada dando lugar a uma vontade de inovar, de experimentar e de aprender fazendo.

As professoras traziam para os encontros uma grande expectativa em encontrar respostas aos seus problemas de sala de aula. Vinham em busca de sugestões que lhes mostrassem caminhos a seguir. Nesse aspecto, observa-se que a formação continuada tem papel relevante no sentido de aproximar o professor em exercício dos resultados que a academia tem conquistado, seja em aportes teóricos, seja na promoção de metodologias diferenciadas. O convívio com as professoras mostrou a importância da troca de conhecimentos entre professores e pesquisadores, em que ambos só têm a ganhar quando constroem juntos a educação que almejam.

Quanto ao fato de as professoras desconhecerem a EMC, sendo Ole Skovsmose uma referência nacional e internacional em Educação Matemática, sinaliza para a existência de um grande distanciamento entre a produção acadêmica e o efetivo exercício do professor, nos anos finais do Ensino Fundamental, na região em que foi realizado o estudo. Há, portanto, que se pensar em estratégias que levem a efeito as contribuições das pesquisas à efetiva prática da educação formal.

Sem a intenção de esgotar o assunto, este estudo, visa a contribuir com a Educação Matemática, investigando as compreensões dos professores quanto à EMC. Para o meio acadêmico sugere-se, além da aproximação com o efetivo trabalho do professor, investigar o efeito que a adoção de um ensino pautado na filosofia da EMC traz às concepções que os alunos constroem a respeito da Matemática.

REFERÊNCIAS

- ALLEVATO, N. S. G. *Associando o computador à resolução de problemas fechados: análise de uma experiência*. 2005. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 2005.
- ALRO, H.; SKOVSMOSE, O. *Diálogo e aprendizagem em Educação Matemática*. Tradução: FIGUEIREDO, O. A. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.
- ARAÚJO, J. de L. *Cálculo, tecnologias e Modelagem Matemática: as discussões dos alunos*. 2002. 174f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2002.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Tradução, REGO, L. A.; PINHEIRO, A. Lisboa: Edições 70, 2006. (Obra original publicada em 1977).
- BENNEMANN, M.; ALLEVATO, N. S. G. Promovendo a Educação Matemática Crítica no Ensino de Matemática por meio das Tecnologias de Informação e Comunicação. *Anais: XXVI Reunião Latino Americana de Matemática Educativa*. Belo Horizonte, 2012.
- BIOTTO FILHO, D. *O desenvolvimento da matemática no trabalho com projetos*. 2008, 100f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2008.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação*. Tradução de ALVAREZ, M. J.; SANTOS, S. B.; BAPTISTA, T. M. Porto: Porto Editora, 1994.
- BORBA, M. de C.; PENTEADO, M. G. *Informática e Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.
- _____. Pesquisa em Informática e Educação Matemática. *Educação em Revista*, n.36, p.239-253, Belo Horizonte, UFMG, dez. 2002.
- CABRAL, V. R. de S. A importância do diálogo na mobilização de conhecimentos dos alunos da Educação de Jovens e Adultos na perspectiva de Educação Matemática Crítica. In: ARAÚJO, J. de L. (Org.). *Educação Matemática Crítica: reflexões e diálogos*. Belo Horizonte: Argumentvm, 2007, p.61-706.
- CEOLIM, A. J.; HERMANN, W. Entrevista – Ole Skovsmose e sua Educação Matemática Crítica. *RPEM – Revista Paranaense de Educação Matemática*. Campo Mourão, v.1, n.1, jul./dez. 2012.
- GOLDENBERG, M. *A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais*. 3.ed. Rio de Janeiro: Record, 1999.
- JACOBINI, O. R. *A Modelagem Matemática como instrumento de ação política na sala de aula*. 2004. 251f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de

Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro, 2004.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

MALHEIROS, A. P. dos S. *A produção matemática dos alunos em ambiente de modelagem*. 2004. 180f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro, 2004.

MALTEMPI, M. V. Educação Matemática e Tecnologias Digitais: reflexões sobre prática e formação docente. *Acta Scientiae*, v.10, n.1, jan./jun., Canoas: Ed. ULBRA, 2008.

MISKULIN, S. G. R. *Concepções teórico-metodológicas sobre a introdução e a utilização de computadores no processo ensino/aprendizagem da geometria*. 1999. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Unicamp, Campinas, 1999.

MISKULIN, S. G. R. et al. Identificação e análise das dimensões que permeiam a utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação nas aulas de Matemática no contexto da formação de professores. *Bolema*. v.19, n.26. Rio Claro: UNESP, 2006.

PASSOS, C. M. Possíveis articulações entre Educação Matemática Crítica e Etnomatemática. In: ARAÚJO, J. de L. (Org.). *Educação Matemática Crítica: reflexões e diálogos*. Belo Horizonte: Argumentvm, 2007, p.83-96.

PENTEADO, M. G.; SKOVSMOSE, O. Riscos trazem possibilidades. In: SKOVSMOSE, O. *Desafios da reflexão em Educação Matemática Crítica*. Campinas: Papirus, 2008.

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. 306f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

PONTE, J. P. da; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. *Investigações matemáticas na sala de aula*. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

RAMOS, E. E. de L. *Propondo práticas e desafiando certezas: um estudo em turma de PROEJA numa perspectiva de Educação Matemática Crítica*. 2011. 301f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

SKOVSMOSE, O. *An invitation to Critical Mathematics Education*. Rotterdam, Sense Publishers, 2011.

SKOVSMOSE, O. *Desafios da reflexão*. Campinas: Papirus, 2008.

_____. *Educação Crítica: incerteza, matemática, responsabilidade*. Tradução: BICUDO, M. A. V. Tradução: FIGUEIREDO, O. A.; BARBOSA, J. C. São Paulo: Cortez, 2007.

_____. *Educação Matemática Crítica: a questão da democracia*. Tradução: LINS, A.; ARAÚJO, J. L. Campinas: Papirus, 2001.

_____. *Hacia una Filosofía de la Educación Matemática Crítica*. Tradução: VALERO, P. Bogotá – Colômbia: Universidade de Los Andes, 1999.

_____. Students' foregrounds: Hope, despair, uncertainty. *Pythagoras – Journal of the Association for Mathematics Education of South Africa*. v.33, n.2, 2012.

VALERO, P.; SKOVSMOSE, O. *Educación Matemática Crítica*. Colômbia: Uniandes, 2012.

VILLARREAL, M. E. *O pensamento matemático de estudantes universitários de cálculo e tecnologias informáticas*. 1999. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 1999.