

MODELAGEM MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA: ABORDAGENS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Milene Nagila Mesquita
Universidade Estadual do Paraná
mmvocal@hotmail.com

Amauri Jersi Ceolim
Universidade Estadual do Paraná
ajceolim@gmail.com

Resumo:

Objetiva-se, neste trabalho, investigar concepções atribuídas à Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática Crítica, em artigos científicos e em relatos de experiência da VIII e IX Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática (CNMEM), em livros de autores brasileiros com abordagens em Modelagem Matemática (MM) selecionados no Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino¹ (CREMM 2016) e, como a mesma tem sido abordada na Educação Básica. Para isso, o embasamento adotado foi o da Educação Matemática Crítica (EMC) concebida por Skovsmose. Para o desenvolvimento metodológico, referenciou-se pelos procedimentos sugeridos por Moraes (2003) para uma análise textual discursiva de cunho qualitativo. A análise dos dados possibilitou a construção de nove unidades de significado. Dessas unidades emergiram três categorias, as quais, evidenciam que as concepções, no âmbito da Educação Básica, possuem convergência com aspectos da perspectiva da EMC, no que diz respeito à democracia na sala de aula, ao desenvolvimento de competência crítica e autonomia, por parte dos estudantes, a partir do conhecimento reflexivo - desenvolvido por meio das reflexões possibilitadas pelo ambiente de problematização, investigação e reflexão proporcionado pelas atividades de MM.

Palavras-chave: Educação Matemática Crítica. Modelagem Matemática. Educação Básica.

Introdução

Na Educação Matemática (EM) existem diversas tendências para o processo de ensino e aprendizagem da matemática, dentre as quais, se aborda, neste trabalho, a Modelagem Matemática (MM). Essa escolha se deu devido à quantidade ascendente de trabalhos publicados atualmente, como resultado de pesquisas *stricto sensu* e produções científicas, conforme verificado em Silveira (2007), Biembengut (2009) e Araújo (2010).

A MM tem sido abordada em diferentes perspectivas e concepções. Neste presente contexto, a motivação é investigar concepções atribuídas à MM que apresentam proximidade com a Educação Matemática Crítica (EMC), tal como concebida pelo professor dinamarquês Ole Skovsmose. Essas concepções da EMC foram por nós observadas em artigos científicos

¹ O portal do Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino é apresentado no seguinte site: <http://www.furb.br/cremm/portugues/cremm.php?secao=Publicacoes&parte=start>.

e em relatos de experiência publicados com relação à VIII e à IX Conferência Nacional sobre Modelagem Matemática – CNMEM, realizadas em 2013 e 2015, respectivamente, onde são divulgadas pesquisas e práticas pedagógicas relacionadas a MM, assim como em livros de autores brasileiros com abordagens em MM selecionados no Centro de Referência de Modelagem Matemática – CREMM (2016), onde constam informações sobre como a MM tem sido abordada na Educação Básica.

Para que haja uma melhor compreensão, optou-se por construir um caminho prévio para, só então, chegar aos objetivos específicos da referida pesquisa. Primeiramente, foram retomadas algumas considerações relativas à MM, à EM e, por fim, à EMC, em um contexto coerente e pertinente, porém de forma singela, diante da riqueza em características, conceitos e significados que envolvem tais temas.

Modelagem Matemática, Educação Matemática e Educação Matemática Crítica

Segundo Biembengut (2009), aplicações da Modelagem no ensino da Matemática no Brasil, surgiram com base em ideias e trabalhos de Paulo Freire e de Ubiratan D'Ambrosio, entre o final dos anos 1970 e início dos anos 1980, pesquisadores que valorizam aspectos sociais em sala de aula. Pesquisas realizadas nos últimos anos acerca da MM têm aumentado em quantidade significativa, é o que apontam Biembengut (2009), Silveira (2007), Araújo (2010), entre outros pesquisadores. Nessa conjuntura, a MM é apresentada sob diferentes perspectivas. Barbosa (2004), por exemplo, compartilhando concepções apontadas por Skovsmose em seus diversos trabalhos que abordam a EMC, relata e enfatiza, que:

O ambiente de Modelagem está associado à problematização e investigação. O primeiro refere-se ao ato de criar perguntas e/ou problemas enquanto que o segundo, à busca, seleção, organização e manipulação de informações e reflexão sobre elas. Ambas as atividades não são separadas, mas articuladas no processo de envolvimento dos estudantes para abordar a atividade proposta. Nelas, podem-se levantar questões e realizar investigações que atingem o âmbito do conhecimento reflexivo (BARBOSA, 2004, p. 75).

Para Skovsmose (2001), ao realizar atividades de MM nesse ambiente, abordando contextos da realidade, em especial do cotidiano dos estudantes ou, ainda, da sociedade de modo geral, os estudantes podem caminhar para o desenvolvimento do que se caracteriza por conhecimento reflexivo. Este, pode ser desenvolvido a partir de reflexões propostas aos estudantes por meio de indagações como: se a utilização do algoritmo matemático construído foi feita de maneira correta; se esse algoritmo seria a melhor opção; se os resultados obtidos

por meio dele são confiáveis; se seria possível encontrar soluções sem cálculos formais; quais as possíveis implicações no contexto da problemática, ao usar um algoritmo correto ou não, entre outras. Cabe ainda, refletir a respeito da forma como a reflexão sobre o uso da matemática foi feita, ou seja, se seria possível avaliar a problemática de outra maneira.

Nesse sentido, Skovsmose (2001, p. 95) descreve que a EM não está relacionada apenas à matemática pura, nem à aplicada, mas sim, a uma "[...] perspectiva mais abrangente que objetiva o conhecimento reflexivo".

Antes de falar a respeito da EMC, é interessante buscar compreender como se iniciou esse movimento da EM e qual é o seu significado. A partir de algumas concepções trazidas por Ubiratan D'Ambrósio (1996), um dos pesquisadores influentes no campo da MM na perspectiva da EM, percebe-se que essa prática surgiu como uma proposta de mudança na forma de se ensinar Matemática, contrapondo práticas tradicionalistas de ensino².

Frente a tal proposta, D'Ambrosio (1996, p. 80), afirma, por exemplo, que "O novo papel do professor será o de gerenciar, de facilitar o processo de aprendizagem e, naturalmente, de interagir com o estudante na produção e crítica de novos conhecimentos". Essa necessidade de mudança na forma de se ensinar Matemática — nova forma que implica diretamente mudança no papel do professor — foi surgindo devido às grandes transformações sociais, culturais e tecnológicas que foram acontecendo com o passar dos anos.

Desde o início do século XXI, nota-se que o mundo vem sendo cada vez mais envolto pelas tecnologias. Ao realizar-se uma simples compra pela internet, por exemplo, não se imagina a complexidade de toda a estrutura que teve de ser, matematicamente, planejada e desenvolvida para que assim pudesse ser. Como nesse exemplo, a maioria das atividades rotineiras — se não todas — estão repletas de matemática para que possam tomar forma e estrutura. Essa é a realidade da vida e do cotidiano dos estudantes de hoje, em outras palavras, as necessidades deles não são as mesmas dos estudantes de outrora.

Nessas circunstâncias, os professores que almejam ampliar e aprimorar as suas práticas de ensino, levando em conta as necessidades desses estudantes, eles podem buscar conhecer mais sobre a EM, que apesar de ser um tema muito pesquisado e discutido atualmente, tanto no Brasil como em outros países, mostra-se, ainda, um campo muito rico a ser explorado, no sentido de buscar formas de contribuir para que os processos de ensino e aprendizagem não

² Nas práticas tradicionalistas de ensino os estudantes atuam como sujeitos passivos no processo de ensino e aprendizagem, pois, apenas recebem o conhecimento que é transmitido pelo professor.

revelam uma matemática estática, com um fim em si mesma, mas sim, uma matemática que se movimenta, que possa servir de ferramenta para solucionar questões cotidianas de acordo com determinado contexto de necessidades específicas, levando em conta variáveis socioeconômicas, culturais, ambientais, políticas, entre outras.

Pensando na EM enquanto prática na sala de aula, qual seria a melhor forma de ensino e aprendizagem da Matemática nessa perspectiva? Em relação a esse questionamento, Skovsmose (2007) relata que:

A educação matemática, como prática, está estruturada de muitas formas diferentes pelo mundo afora. Então, quando nos referimos à educação matemática, podemos estar certos de que estamos tratando de muitas coisas também muito diferentes. Não há nenhuma unidade fundamental ou essência por trás da noção de educação matemática. Ela inclui uma enorme variedade de formas de ensino e aprendizagem. E essa variedade pode ter muitas funções sociais, econômicas, culturais, políticas e técnicas, consideradas tanto da perspectiva da sociedade quanto da do indivíduo (SKOVSMOSE, 2007, p.15).

Como um movimento mais específico da EM, surge ainda em 1980 a EMC, trazendo como sua maior preocupação aspectos políticos da EM, levantando questões relacionadas ao tema "poder". É o que traz Skovsmose (2001), o qual, dentre os pesquisadores que aderiram a esse movimento, influentes em seus países, foi escolhido como uma das referências para o percurso teórico deste trabalho. O pesquisador aborda fortemente a questão da democracia em suas produções, defendendo aspectos que vão além da concepção mais geral e comum de democracia — relacionada a direitos e a deveres — conforme podemos verificar:

A democracia não caracteriza apenas estruturas institucionais da sociedade com relação às distribuições de direitos e deveres. Democracia também tem a ver com a existência de uma competência na sociedade, e são alguns desses aspectos não institucionais da democracia que queremos discutir em relação à educação matemática (SKOVSMOSE, 2001, p. 37).

Skovsmose (2001) levanta discussões relacionadas à possibilidade de abordar temas de aspectos políticos da EM nos trabalhos de projetos em sala de aula, projetos conhecidos aqui no Brasil como MM na EM. Possui, também, grande interesse em questões relacionadas à tecnologia e à Modelagem, colocando-as num enfoque pedagógico.

Skovsmose (2008) caracteriza a EMC como a expressão das preocupações sobre os papéis sociopolíticos que a EM pode desempenhar na sociedade. Enfatiza ele que a EMC expressa preocupação com a forma como a matemática influencia o ambiente cultural, tecnológico e político. Sua proposta, é fazer com que os aprendizes sejam matematicamente

alfabetizados³, de modo que eles possam vivenciar, entender, questionar e, talvez, até transformar a sociedade em que vivem. E, ainda, conforme aponta Skovsmose (2001, p. 101), para ser crítica, "[...] a educação deve reagir às contradições sociais".

Para melhor compreensão sobre o que vem a ser a dimensão crítica dada à EM na prática, Skovsmose (2008, p. 15 a 39) apresenta, a partir de seu trabalho com EM por meio de projetos vinculados a professores de diferentes países, exemplos de atividades desenvolvidas em seis ambientes de aprendizagem distintos, resultantes de uma combinação entre três tipos de referência: matemática pura, semi-realidade⁴ e realidade⁵. Estas, podem servir de base para a resolução de exercícios e para atividades de investigação.

Os três ambientes de aprendizagem que proporcionam aos estudantes um cenário investigativo e que fazem referência tanto à matemática pura, como à semi-realidade ou à realidade, possibilitam aos estudantes uma abertura a questionamentos, a argumentações, a análises e a reflexões. Já os outros três ambientes de mesmas referências, porém, baseados na resolução de exercícios, são importantes, mas não possibilitam essa mesma abertura.

Skovsmose (2008) evidencia o ambiente de aprendizagem constituído de atividades de investigação que fazem referência à realidade, observando que, nesse ambiente, que se assemelha a trabalhos de projeto, os estudantes podem "[...] produzir diferentes significados para as atividades (e não somente para os conceitos)". Aponta ainda, que "[...] são eliminadas as autoridades que exercem seu poder no paradigma do exercício" (SKOVSMOSE, 2008, p. 30).

Nesse cenário, o objetivo desta pesquisa é investigar concepções atribuídas à MM na perspectiva da EMC observadas em artigos científicos e livros, conforme explicitado a seguir, explicando ainda, como essas concepções têm sido abordadas na Educação Básica. Para isso se enfatiza a EMC concebida por Skovsmose, pois contempla uma concepção para um processo de ensino e aprendizagem de Matemática que reflita e questione criticamente questões como: i) práticas tradicionais, ii) a matemática como uma ciência exata e universal, iii) o poder formatador da matemática e iv) a ideologia da certeza.

Seleção dos materiais para análise

³ Conforme Skovsmose (2001, p. 87), o termo matematicamente alfabetizados, refere-se ao desenvolvimento de uma competência democrática, composta por diferentes competências. Para melhor compreensão, sugerimos a análise de Skovsmose (2001, p. 65-88).

⁴ A referência à semi-realidade "não se trata de uma realidade que (de fato) observamos, mas de uma realidade construída, por exemplo, por um autor de um livro didático de matemática" (SKOVSMOSE, 2008, p. 22).

⁵ A referência à realidade está relacionada à fatos verdadeiros. São trabalhadas "tarefas com situações da vida real" (SKOVSMOSE, 2008, p. 22). Essa referência é característica do ambiente de MM na perspectiva da EMC.

Dentre os trabalhos analisados, foram selecionados, nas duas edições mais recentes da Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática — CNMEM, 5 artigos científicos de 80 analisados e 2 relatos de experiência de 42. Como critério para a escolha desses trabalhos, inicialmente foram considerados aqueles que contavam com palavras-chave como: Educação Matemática Crítica, Crítica, Modelagem Matemática e Educação Básica. Depois, foram lidos os seus resumos para identificar se apresentavam relação com concepções e/ou atividades de MM na perspectiva da EMC e, ainda, se havia conexão com a Educação Básica.

A escolha pelas duas últimas edições da conferência — VIII e IX CNMEM — realizadas, respectivamente, em 2013 e em 2015, se deu tanto pela grande quantidade de trabalhos publicados abordando a MM e, principalmente, por ser uma fonte de pesquisas mais recentes acerca da Modelagem na EM. A Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática — CNMEM é um evento que ocorre a cada dois anos no Brasil e que viabiliza articulações entre a comunidade envolvida com a EM. Essa conferência, possibilita importantes debates sobre a Modelagem entre pesquisadores e professores que valorizam amplamente o trabalho de investigação propiciado pelas atividades de MM e, nesse sentido, procuram aprofundar-se no tema e consolidar essa como área de pesquisa da EM.

Além do material citado anteriormente, foram analisados no Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino — CREMM (2016), livros de autores brasileiros com abordagens em MM, dos quais, de 11 encontrados foram selecionados 6. Como critério para a escolha desses livros, considerou-se aqueles que apresentavam concepções atribuídas à MM na perspectiva da EMC, por meio de práticas, pesquisas e reflexões no âmbito da Educação Básica.

O Quadro1 apresenta os títulos dos trabalhos e seus respectivos autores, juntamente com um código de identificação, a fim de referenciar os fragmentos retirados dos mesmos nos próximos procedimentos. Para os artigos e relatos criou-se um código alfanumérico, composto por três partes ordenadas da esquerda para a direita, conforme os exemplos, RE1.8.2 — Relato de experiência 1, VIII CNMEM, fragmento 2 e, CC2.9.3 — Comunicação Científica (Artigo 2), IX CNMEM, fragmento 3. Analogamente, composto por duas partes ordenadas, para os livros, os códigos ficaram conforme o exemplo, L2.3 — Livro 2, fragmento 3. Observamos que o código não apresenta o último termo numérico no Quadro1, pois este só aparecerá quando for necessário referenciar os fragmentos.

Cód.	Títulos (artigos/relatos/livros)	Autores
CC1.8	Educação Matemática Crítica: aproximações da teoria de Skovsmose com concepções de Modelagem de alguns pesquisadores brasileiros.	CEOLIN, A. J. & CALDEIRA, A. D., 2013.
CC2.8	Um projeto de Modelagem Matemática: o caso de uma república universitária.	VIEIRA, A.; ALEXANDRE, M.; MARIN, D. & SOUZA JR, A., 2013.
CC3.8	Livro Didático, CTS e Modelagem: algumas aproximações CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade).	SILVEIRA, E. & CALDEIRA, A. D., 2013.
CC4.8	Modelagem Matemática no Ensino Fundamental: a matemática e o lixo.	FURTADO, A. L. L.; MONTEIRO, J. M. C. & BRAGA, R. M., 2013.
CC5.9	Modelagem Matemática e suas relações com as ideias de Paulo Freire.	VELEDA, G. G., 2015.
RE1.8	Modelagem, Criticidade e Interdisciplinaridade: o caso do peso das mochilas.	CRUZ, A. N.; NETO, O. I. S.; SARAIVA, L. D. P. & SOUZA, E. G., 2013.
RE1.9	Modelagem Matemática e o Conhecimento Reflexivo: um estudo sobre a captação da água da chuva.	OSCAR, J. L., 2015.
L1	Educação Matemática Crítica: Reflexões e Diálogos.	ARAÚJO, J. L., 2007.
L2	Práticas de Modelagem Matemática na Educação Matemática: relatos de experiências e propostas pedagógicas.	ALMEIDA, L. W.; ARAÚJO, J. L. & BISOGNIN, E. (Orgs.), 2011.
L3	Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais.	BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D. & ARAÚJO, J. L. (Orgs.), 2007.
L4	Modelagem Matemática na Educação Básica.	ALMEIDA, L. W.; SILVA, K. P. & VERTUAN, R. E., 2012.
L5	Modelagem em Educação Matemática.	MEYER, J. F. C. A.; CALDEIRA, A. D. & MALHEIROS, A. P. S., 2011.
L6	A Modelagem Matemática e relações com a aprendizagem significativa.	BURAK, D. & ARAGÃO, R. M. R., 2012.

Quadro 1: Títulos e autores dos artigos, relatos, livros e seus códigos de identificação

Fonte: os autores.

Desenvolvimento metodológico da pesquisa

Como referência para o desenvolvimento da análise da pesquisa, considerou-se os procedimentos sugeridos por Moraes (2003) para uma análise textual discursiva de cunho qualitativo, a qual, constitui-se pelos elementos: unitarização, categorização e comunicação.

No processo de unitarização foi realizada, primeiramente, a leitura dos artigos e dos livros para identificar as ideias mais gerais do *corpus*⁶. Na sequência, houve a desconstrução

⁶ O *corpus* da análise textual consiste no conjunto de produções textuais — materiais selecionados e delimitados rigorosamente. Estes, exprimem “[...] discursos sobre fenômenos e que podem ser lidos, descritos e interpretados,

dos textos a fim de selecionar fragmentos que expressassem, a ideia central, intenção e os argumentos do/s autor/es. Após, foram agrupados os fragmentos que expressavam ideias comuns, os quais, enquanto agrupados, possibilitaram a construção de nove unidades de significado mais gerais, estas, intituladas conforme a ideia geral identificada. Realizadas as leituras dos textos, de forma aprofundada, a partir da grande quantidade de significantes encontrados, foi possível explorar significados em diferentes perspectivas.

Durante o processo de construção das unidades de significado, fragmentos foram identificados que se encaixavam em mais de uma unidade. Nesses casos, porém, foi priorizada a consideração do fragmento com ideia central mais próxima de determinada unidade. O Quadro 2 apresenta as unidades de significado construídas, seus respectivos códigos utilizados para referenciá-las, posteriormente, e uma breve descrição explicativa, com o propósito de constituir características relativas a cada uma delas.

Cód.	Unidade de Significado	Descrição Explicativa
UA	Modelagem Matemática para compreender situações da realidade.	Esta unidade representa os fragmentos que qualificam a Modelagem como um instrumento de compreensão de questões sociais, culturais, políticas, entre outras.
UB	Modelagem Matemática para compreender o papel da matemática na sociedade.	Nesta unidade estão agrupados trechos que evidenciam a Modelagem como ferramenta para a compreensão da função da matemática na estruturação da sociedade.
UC	Modelagem Matemática: desenvolvendo conhecimento reflexivo.	As ideias expressas nesta, unidade mostram que a Modelagem possibilita refletir, tanto sobre questões matemáticas, como sobre as variáveis do contexto da problemática e as implicações dos resultados encontrados.
UD	Aula democrática por meio da Modelagem Matemática.	Esta unidade representa os fragmentos que evidenciam na Modelagem a possibilidade de uma relação democrática entre professor e estudante, contrapondo o ensino tradicionalista.
UE	Construção da Competência Crítica por meio da Modelagem Matemática.	Os trechos agrupados nesta unidade colocam que por meio da Modelagem os estudantes podem construir uma competência crítica a partir das experiências reflexivas vivenciadas.
UF	Motivação ao abordar temas não matemáticos por meio da Modelagem Matemática.	Nesta unidade estão recortes que apontam na Modelagem a possibilidade de trabalhar com questões da realidade, do cotidiano do estudante ou da comunidade, podendo despertar nos estudantes alguma motivação para a aprendizagem.
UG	Modelagem Matemática como uma atividade interativa.	As ideias presentes nesta unidade apontam a Modelagem como uma possibilidade de interação

		entre os estudantes, uma vez que o convívio social também ocorre de forma interativa.
UH	Modelagem Matemática para o desenvolvimento da autonomia.	Esta unidade representa os trechos que veem a Modelagem como uma forma de contribuir para a formação de pessoas autônomas para agirem de forma crítica na sociedade.
UI	Modelagem Matemática: capacidade de realizar transformação social.	Os fragmentos agrupados nesta unidade defendem que a Modelagem pode contribuir para a formação de estudantes que tenham capacidade e poder de transformação social.

Quadro 2: Códigos das unidades, unidades de significado e suas respectivas descrições
Fonte: os autores.

Após a construção das unidades, desenvolveu-se o processo de categorização, processo no qual, emergiram três categorias. Conforme sugere Moraes (2003), nesse momento as categorias emergentes vão sendo constituídas por meio de um processo indutivo, de modo que se caminha de concepções mais particulares para outras mais gerais.

Emergiram, portanto, as seguintes categorias: (I) Compreensão de situações da realidade com motivação para aprendizagem por meio da Modelagem Matemática; (II) Interatividade e democracia por meio da Modelagem Matemática; (III) Desenvolvimento de competência crítica e autonomia a partir do conhecimento reflexivo possibilitado pela Modelagem Matemática. Estas, e seus respectivos metatextos explicativos, são apresentadas a seguir, citando, quando necessário, os trechos das obras analisadas, os quais subsidiaram as novas compreensões acerca de sua respectiva categoria.

Categoria (I): Compreensão de situações da realidade com motivação para aprendizagem por meio da Modelagem Matemática

Nessa Categoria I, se enquadram as unidades UA e UF. As concepções identificadas referem-se à possibilidade de os professores abordarem, com os estudantes, temas não-matemáticos por meio da MM. Isto é, trata-se da abordagem de temas reais do cotidiano dos estudantes, de modo que, a matemática assume um papel de instrumento, um conjunto de ferramentas utilizadas como intermédio para a compreensão da realidade. A seguir, apresentam-se alguns fragmentos que embasaram a construção das unidades UA e UF:

L6.2 - "A escolha de um tema para ser desenvolvido em Modelagem Matemática parte do interesse do grupo ou dos grupos de estudantes envolvidos. Esses temas são inicialmente colocados pelos estudantes, segundo o interesse que manifestam [...]" (p. 89).

L2.2 - "[...] seu ensino e aprendizagem, devem estar comprometidos com o contexto histórico, social, econômico, político e ambiental dos educandos" (p. 65).

CC2.8.2 - "Entendemos que é preciso aproximá-la do cotidiano do estudante [...]" (p. 1).

L4.3 - "[...] atividades de Modelagem Matemática na prática escolar, [...] que proporcionam ao estudante contato com o contexto real podem motivá-los para o envolvimento nas atividades e para a construção do conhecimento" (p. 30).

L6.1 - "[...] A Modelagem Matemática constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano" (p. 88).

Skovsmose (2001), enfatiza que, "[...] o problema deve ser concebido como relevante na perspectiva dos estudantes" (p. 19). Em relação a essa concepção, entende-se que, tais temas podem ser, por exemplo, situações do cotidiano dos estudantes, de uma comunidade, ou até mesmo situações reais de um contexto político, social, econômico, entre outros contextos reais pertinentes à estruturação de uma sociedade. Esses, por sua vez, devem ou podem, partir de sugestões dos estudantes para que se sintam motivados a aprender e a buscar o conhecimento. Por isso, ressalta-se a importância de abordar situações, na MM, que estejam próximas a eles, ou, quando não próximas, que reflitam de certa forma sobre suas vidas.

Categoria (II): Interatividade e democracia por meio da Modelagem Matemática

As concepções nessa Categoria II, na qual se enquadram as unidades UD e UG, referem-se ao fato de a MM possibilitar uma diferente comunicação, relação entre os estudantes e, principalmente, entre estudante e professor, salientando que os atos de ensinar e aprender estão extremamente relacionados à comunicação e à interação. Isso é defendido devido ao fato de a convivência entre os seres humanos em comunidade ser um processo, fundamentalmente, interativo. Fazem-se presentes, também, questões relacionadas a aspectos democráticos na sala de aula.

Essa última questão pode ser caracterizada como uma relação democrática entre professor e estudante, relação na qual o diálogo entre ambos é essencial, pois os estudantes passam a ter vez e voz no processo de ensino e aprendizagem. Skovsmose (2001) apresenta algumas concepções, salientando que "[...] a educação deve fazer parte de um processo de democratização [...] o processo educacional deve ser entendido como um diálogo" (p. 18). Evidencia-se convergência com essas concepções nos seguintes fragmentos:

CC1.8.2 - "[...] os professores e estudantes se engajam no processo, e o diálogo e a relação entre professor e estudante ocorrem em um processo democrático" (p. 6).

CC5.9.6 - "[...] o desenvolvimento de todo o processo de modelagem subjaz o diálogo, tanto entre os estudantes, como entre os estudantes e o professor" (p. 8).

L4.5 - "[...] a Modelagem Matemática em sala de aula pode ser vista como uma atividade essencialmente cooperativa, em que a cooperação e a interação entre os estudantes e entre professor e estudante têm um papel importante na construção do conhecimento" (p. 33).

No que se refere à atividade de forma democrática, Skovsmose (2001) trata a questão da democracia de maneira minuciosa⁷, observando ser impossível sobre ela formular uma definição simples e precisa: "O conceito de democracia refere-se a um buquê de ideias diferentes, esperanças e utopias" (SKOVSMOSE, 2001, p. 69).

Nas abordagens analisadas percebem-se concepções de que a aula democrática por meio da MM é considerada importante, especialmente pelo diálogo e, também, para que o estudante se sinta livre para se expressar, questionar, argumentar e, ainda, discordar de certas colocações, isso nos remetendo à ideia de Skovsmose (2001) quanto à ideologia da certeza⁸. Os estudantes podem discutir, refletir e avaliar, por exemplo, os próprios modelos matemáticos.

Nessa lógica, as abordagens que valorizam participação democrática entre professor e estudantes nas atividades de MM possibilitam desenvolvimento ao processo de democratização proposto por Skovsmose, no qual são dados os primeiros, e importantes, passos para a construção de uma competência democrática e crítica, por parte dos estudantes.

Categoria (III): Desenvolvimento de competência crítica e autonomia a partir do conhecimento reflexivo possibilitado pela Modelagem Matemática

Nessa Categoria III se enquadram as unidades UB, UC, UE, UH e UI. As unidades UB, UE, UH e UC englobam concepções referente ao fato de a MM proporcionar, aos estudantes, uma abertura a reflexões quanto à matemática, no que tange aos próprios modelos matemáticos e aos contextos que envolvem a matemática. Nota-se que essas reflexões contribuem para que os estudantes desenvolvam competência crítica e autonomia. Os seguintes fragmentos podem expressar as colocações:

⁷ Diante da riqueza em conceitos e aspectos inerentes à democracia, optamos por não tentar detalhá-la. Sugerimos Skovsmose (2001, p. 69).

⁸ Segundo o autor, esta atribui à matemática uma qualificação de poder, ou seja, argumentos respaldados na matemática são tidos como verdades incontestáveis, como argumentos definitivos. O indivíduo que detém esses argumentos normalmente dá a última palavra.

L4.2 - "[...] preparar e capacitar os estudantes para exercer a cidadania de forma autônoma e intervir em debates baseados em matemática por meio de sua reflexão sobre ela e sobre seu uso na sociedade" (p. 28).

CC4.8.3 - "[...] a Modelagem Matemática surge como prática escolar que dá sentido social imediato às aprendizagens dos estudantes em relação aos conhecimentos matemáticos, uma vez que, consiste em sequências de situações contextualizadas e que levam a uma produção, a um conhecimento contextualizado e crítico" (p. 4).

L4.4 - "[...] atividades de Modelagem podem estimular situações em que os estudantes discutem a natureza e o papel dos modelos matemáticos na sociedade" (p. 33).

Skovsmose (2001) relata que reflexões dessa natureza auxiliam no desenvolvimento do conhecimento reflexivo, enquanto este possui uma gama de questões que o caracterizam, conforme o autor elenca no exemplo "usar carros" em Skovsmose (2001, p. 84), no qual trata, também, do conceito de conhecimento tecnológico.

Conforme o exemplo de Skovsmose (2001), resumidamente, há de se considerar que não basta o estudante dominar, apenas, técnicas, algoritmos e modelos matemáticos, mas ele também precisa ser capaz de analisar as variáveis do contexto que envolve a problemática, assim como as implicações dos resultados encontrados: "Para desenvolver uma atitude mais crítica em relação a essa construção de modelos, não basta entender a construção matemática do modelo; também temos de conhecer seus pressupostos" (SKOVSMOSE, 2001, p. 42) e, ainda, "[...] o conhecimento tecnológico, em si, é incapaz de prever e analisar os resultados de sua própria produção; reflexões são necessárias" (SKOVSMOSE, 2001, p. 85).

A partir da concepção apresentada na unidade UI, conforme evidenciam algumas abordagens da MM, observa-se que, nesse cenário em que o estudante pode desenvolver um conhecimento reflexivo a partir das reflexões realizadas, possivelmente ele se tornará crítico para determinar, por exemplo, se certas políticas são benéficas ou não a uma sociedade ou se determinado grupo social sofre alguma exclusão em relação a outro grupo e o porquê disso e, ainda, como seria possível mudar tal realidade, daí desenvolver-se a capacidade de realizar transformação social. O fragmento a seguir expressa essa concepção presente na unidade UI:

L2.3 - "A percepção, que os estudantes tiveram de sua exclusão ante a todo um contexto digital que segue 'dominando o planeta', pode levá-los a questionar essa exclusão e exigir que o poder público ofereça condições para que possam ter a possibilidade de participar desses benefícios reservados a um determinado grupo social" (p. 79).

Enfim, ao conseguir desenvolver essas análises e tomar decisões com base nelas, o estudante poderá agir de forma autônoma em sua vida, pois, dificilmente, será influenciado por forças externas, uma vez que se torna capaz de fazer análises, reflexões, formar a própria opinião e fazer as próprias escolhas.

Considerações Finais

Verificou-se, nesta pesquisa, que dentre as diferentes perspectivas analisadas, um ponto comum a todas, e que converge com uma forte ideia presente nas obras de Skovsmose, é a questão da democracia. Conforme explicado na Categoria II, os aspectos dessas perspectivas são no sentido de que tais atividades de MM contribuem para o início de um processo de democratização. Ao propor uma atividade por esse ângulo, o ambiente de aprendizagem, se ainda composto por aulas tradicionais, transforma-se em um ambiente interativo e que permite ao estudante uma participação diferente no processo de ensino e aprendizagem. Nessa proposta de aula, diálogo entre professor e estudante e interação entre os estudantes são aspectos fundamentais, o que pode ser percebido já no momento em que os estudantes podem escolher o tema a ser estudado, conforme podemos identificar no primeiro fragmento presente na Categoria I, o tema a ser estudado deve ser de interesse deles.

Outro aspecto convergente é a questão do conhecimento reflexivo. A partir das experiências reflexivas vivenciadas na sala de aula, os estudantes podem desenvolver uma competência crítica: analisar, desde a construção de modelos matemáticos e a implicação dos resultados encontrados, até se certas políticas incidem benéfica ou maleficamente sobre um grupo de pessoas ou sobre a sociedade de modo geral. Em consequência disso, podem agir de forma autônoma enquanto cidadãos, uma vez que, dificilmente, serão influenciados por terceiros e, até mesmo, reagir a contradições sociais, exercendo sua cidadania.

Além dos resultados apresentados, espera-se que, por meio desta pesquisa, seja possível contribuir com algumas reflexões acerca das abordagens da MM na perspectiva da EMC. É importante salientar que a MM na perspectiva da EMC não é absoluta e suficiente para o desenvolvimento das competências discutidas neste trabalho e que, também, algumas concepções aqui apontadas podem se enquadrar em outras perspectivas da MM.

Referências

ALMEIDA, L. W.; ARAÚJO, J. L.; BISOGNIN, E. (Orgs.). **Práticas de modelagem matemática na educação matemática: relatos de experiências e propostas pedagógicas**. Londrina: Editora da Universidade Estadual de Londrina, 2011.

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

ARAÚJO, J. L. (Org.). **Educação Matemática Crítica: Reflexões e Diálogos**. Belo Horizonte: Argymentvm, 2007.

ARAÚJO, J. L. Brazilian research on modelling in mathematics education. In: **ZDM Mathematics Education**. Karlsruhe, v. 42, n. 3-4, p. 337-348, 2010.
Disponível em: <<https://springerlink3.metapress.com/content/3855762061q40710/resources/cured/?target=fulltext.pdf&sid=h0uanzc2xdr4fxfccj3tawyd&sh=www.springerlink.com>>.
Acesso em: nov. 2011.

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como? **Revista Veritati**, Universidade Católica de Salvador. n. 4, p. 73-80, 2004. Disponível em: <<http://www.ucsal.br>>. Acesso em: jul. 2011.

BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Orgs.). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2007.

BIEMBENGUT, M. S. 30 anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria-Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Universidade Federal de Santa Catarina. v. 2, n. 2, p. 7-32, jul. 2009.
Disponível em: <<http://alexandria.ppgect.ufsc.br/files/2012/03/mariasalett.pdf>>. Acesso em: nov. 2011.

BURAK, D.; ARAGÃO, R. M. R. **A Modelagem Matemática e relações com a aprendizagem significativa**. Curitiba: CRV, 2012.

CEOLIM, A. J.; CALDEIRA, A. D. Educação Matemática Crítica: aproximações da teoria de Skovsmose com concepções de Modelagem de alguns pesquisadores brasileiros. In: VIII CNMEM - CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2013, Santa Maria - RS. **Anais ...** Santa Maria: Unifra, 2013. 1 CD-ROM.

CREMM – Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino. Disponível em: <<http://www.furb.br/cremm/portugues/cremm.php?secao=Publicacoes&parte=start>>.
Acesso em: out. 2016.

CRUZ, A. N. et al. Modelagem, Criticidade e Interdisciplinaridade: o caso do peso das mochilas. In: VIII CNMEM - CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2013, Santa Maria - RS. **Anais ...** Santa Maria: Unifra, 2013. 1 CD-ROM.

D'AMBROSIO, U. **Educação Matemática: Da Teoria à Prática**. 17. ed. Campinas: Papirus, 1996.

FURTADO, A. L. L.; MONTEIRO, J. M. C.; BRAGA, R. M. Modelagem Matemática no Ensino Fundamental: a matemática e o lixo. In: VIII CNMEM - CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2013, Santa Maria - RS. **Anais ...** Santa Maria: Unifra, 2013. 1 CD-ROM.

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

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Revista Ciência & Educação**. v. 9, n. 2, dez. 2003.

OSCAR, J. L. Modelagem Matemática e o Conhecimento Reflexivo: um estudo sobre a captação da água da chuva. In: IX CNMEM - CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2015, São Carlos - SP. **Anais ...** São Carlos: UFScar, 2015. 1 CD-ROM.

SILVEIRA, E. **Modelagem Matemática em educação no Brasil**: entendendo o universo de teses e dissertações. 2007. 197 f. Dissertação (Mestrado) - Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

SILVEIRA, E.; CALDEIRA, A. D. Livro Didático, CTS e Modelagem: algumas aproximações CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). In: VIII CNMEM - CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2013, Santa Maria - RS. **Anais ...** Santa Maria: Unifra, 2013. 1 CD-ROM.

SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática Crítica**: A questão da Democracia. 6. ed. Campinas: Papirus, 2001.

SKOVSMOSE, O. Prefácio. In: ARAÚJO, J. L. (org.). **Educação Matemática Crítica**: Reflexões e Diálogos. Belo Horizonte: Argvmentvm, 2007.

SKOVSMOSE, O. **Desafios da Reflexão em Educação Matemática Crítica**. Campinas: Papirus, 2008.

VELEDA, G. G. Modelagem Matemática e suas relações com as ideias de Paulo Freire. In: IX CNMEM - CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2015, São Carlos - SP. **Anais ...** São Carlos: UFScar, 2015. 1 CD-ROM.

VIEIRA, A. et al. Um projeto de Modelagem Matemática: o caso de uma república universitária. In: VIII CNMEM - CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2013, Santa Maria - RS. **Anais ...** Santa Maria: Unifra, 2013. 1 CD-ROM.