

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

Milene Nagila Mesquita<sup>1</sup>  
Amauri Jersi Ceolim<sup>2</sup>

**Resumo:** Este artigo apresenta resultados de uma pesquisa que objetivou investigar concepções atribuídas à Modelagem Matemática (MM) na perspectiva da Educação Matemática Crítica (EMC), em artigos científicos e em relatos de experiência da VIII e da IX CNMEM<sup>3</sup>, e também em livros de autores brasileiros com abordagens em MM selecionados no CREMM<sup>4</sup> de 2016 e como essas concepções têm sido abordadas na Educação Básica com base na EMC concebida por Skovsmose. Para o desenvolvimento metodológico foram considerados os procedimentos sugeridos por Moraes (2003) para uma análise textual discursiva de cunho qualitativo. A análise realizada possibilitou a construção de nove unidades de significado. Dessas unidades emergiram três categorias que evidenciam que as concepções, no âmbito da Educação Básica, convergem com aspectos da perspectiva da EMC com relação 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, de investigação e de reflexão proporcionado pelas atividades de MM.

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

## **MATHEMATICAL MODELING: APPROACHES IN BASIC EDUCATION IN THE PERSPECTIVE OF CRITICAL MATHEMATICS EDUCATION**

**Abstract:** This article presents the results from a research that had as purposes to investigate conceptions attributed to Mathematics Modeling (MM) in the perspective of Critical Mathematics Education (CME), in scientific articles and experience reports from the VIII and IX National Conference on Modeling in Mathematics Education, in books from Brazilian authors with approach in MM, selected in the Reference Center of Mathematical Modeling in Education of 2016 and, how the MM has been approached in the Basic Education based on the CME conceived by Skovsmose. The methodological procedures were founded by the qualitative discursive textual analyses proposed by Moraes (2003). The analysis of the data made it possible to construct nine units of meaning. With the units, emerged three categories that revealed that the conceptions, in Basic Education, converge with aspects of the CME, with regard to democracy in the classroom, the development of critical competence and autonomy by students, based on reflective knowledge - developed through the

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de licenciatura em Matemática na Universidade Estadual do Paraná/UNESPAR Campus de Campo Mourão. E-mail: mmvocal@hotmail.com.

<sup>2</sup> Professor Adjunto, Prof. Doutor da Universidade Estadual do Paraná/UNESPAR Campus de Campo Mourão. E-mail: ajceolim@gmail.com.

<sup>3</sup> Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática.

<sup>4</sup> Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino. O portal do CREMM é apresentado no seguinte site: <<http://www.furb.br/cremm/portugues/cremm.php?secao=Publicacoes&parte=start>>. Acesso em: out. 2016.

reflections available by the environment of problematization, investigation and reflection through activities of MM.

**Keywords:** Critical Mathematics Education. Mathematical Modeling. Basic Education.

## **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, como resultado de pesquisas *stricto sensu* e produções científicas, conforme verificado em Silveira (2007), em Biembengut (2009) e em Araújo (2010). Esses pesquisadores apresentam, por exemplo, a partir da realização de mapeamentos, os principais focos de pesquisas em MM na EM brasileira, assim como um panorama das atividades de MM desenvolvidas no Brasil.

Nesse contexto, a MM tem sido abordada em diferentes perspectivas e concepções. Sendo assim, a motivação é investigar concepções atribuídas à MM na perspectiva da Educação Matemática Crítica (EMC), tal como concebida pelo professor dinamarquês Ole Skovsmose, e como a MM nessa perspectiva tem sido abordada na Educação Básica. Essas concepções, atribuídas à MM na perspectiva da EMC, foram por nós observadas em artigos científicos e em relatos de experiência publicados nas VIII e IX Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática (CNMEM), realizadas em 2013 e 2015, respectivamente, em que são divulgadas pesquisas e práticas pedagógicas relacionadas à 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 auxiliar a compreensão daqueles leitores que, porventura, desconheçam a área de estudos da EM, a perspectiva da EMC e da MM, e também o que vem a ser a MM na perspectiva da EMC, optou-se por construir um caminho prévio retomando algumas considerações relativas a essas temáticas, para, só então, chegar aos objetivos específicos da referida pesquisa. Tais considerações são construídas em um contexto coerente e pertinente, porém de forma singela, diante da riqueza de características, de conceitos e de significados

que envolvem tais temas.

Vale ressaltar que os resultados parciais<sup>5</sup> desta pesquisa foram apresentados no XIV Encontro Paranaense de Educação Matemática (EPREM), que foi realizado na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) de Cascavel – PR, em setembro de 2017. Esse encontro é o maior e mais importante para toda a comunidade envolvida com a EM paranaense, pois possibilita diálogos, reflexões e trocas de experiências entre professores da Educação Básica, professores e estudantes das Licenciaturas em Matemática e em Pedagogia, estudantes da pós-graduação e pesquisadores.

Em relação aos resultados parciais dessa pesquisa, apresentados no XIV EPREM, o presente artigo traz aprofundamento quanto ao referencial teórico e às discussões dos resultados alcançados.

### **Educação Matemática e Educação Matemática Crítica**

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 esse movimento da EM surgiu como uma proposta de mudança na forma de se ensinar Matemática, contrapondo práticas tradicionalistas de ensino<sup>6</sup>.

Frente a tal proposta, D'Ambrosio (1996, p.80) ressalta, por exemplo, que "[...] o novo papel do professor será o de gerenciar, de facilitar<sup>7</sup> 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

---

<sup>5</sup> Os resultados parciais foram divulgados nos anais do XIV EPREM - MESQUITA, M. N.; CEOLIM, A. J. **Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática Crítica:** abordagens na educação básica. Disponível em: <[http://www.sbemparana.com.br/eventos/index.php/EPREM/XIV\\_EPREM/paper/viewFile/58/80](http://www.sbemparana.com.br/eventos/index.php/EPREM/XIV_EPREM/paper/viewFile/58/80)>.

<sup>6</sup> 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.

<sup>7</sup> Entende-se que o termo "facilitar" assume um sentido de ensinar de forma mais clara, que faça mais sentido para os estudantes, onde eles consigam estabelecer relações entre os conceitos matemáticos e suas realidades.

pelos 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 — está repleta de matemática para que possam tomar forma e estrutura. Essa é a realidade da vida e do cotidiano dos estudantes de hoje, vale dizer, 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 uma área de estudos que apresenta muitas pesquisas, 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 revelem 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 nas práticas desenvolvidas na sala de aula, enquanto embasadas nas pesquisas desenvolvidas na área da EM, qual seria a melhor forma de ensino e aprendizagem da Matemática? 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).

Fazendo uma relação entre a MM e a EMC, com base no que relata o autor, pode-se considerar que a MM, quando na perspectiva da EMC, entra como uma das formas de ensino e aprendizagem da Matemática que leva em conta a perspectiva do indivíduo em relação à sociedade, pois as atividades desenvolvidas pelos estudantes na MM partem da problematização e da investigação de contextos reais, ou seja, partem da forma como os

estudantes visualizam e compreendem a situação real explorada, da verdadeira importância que o/os problema/s tem/têm para uma comunidade ou para toda a sociedade.

A perspectiva da EMC surgiu em 1980. Surgiu como um movimento que sugere uma outra maneira de se interpretar o que seja educar matematicamente. Isso tem fortes implicações sobre a forma de se conceber os processos de ensino e de aprendizagem da Matemática, bem como o processo educacional, como um todo.

Essa perspectiva traz, como sua maior preocupação, aspectos políticos da EM, levantando questões relacionadas ao tema "poder". É o que salienta 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. A partir do que Skovsmose (2001) relata acerca da EMC, nota-se que esta contempla uma concepção para um processo de ensino e aprendizagem de Matemática que reflita e questione criticamente questões como:

i) práticas tradicionais: segundo o autor, entende-se que as práticas tradicionais remetem a aulas de Matemática estritamente expositivas, em que o professor passa a maior parte do tempo expondo os conteúdos matemáticos no quadro, para os estudantes, explicando e resolvendo exemplos e depois os estudantes resolvem listas de exercícios, que envolvem os conteúdos explicados, para que haja uma fixação do conteúdo como uma espécie de treino.

ii) o poder formatador da matemática: ao tratar dessa questão, Skovsmose (2001) faz uma analogia ao termo “formatar” utilizado no universo da informática, que tem o sentido de dar uma forma segundo alguns padrões predeterminados. Segundo o autor, quando se pensa sobre qual é o papel da matemática na sociedade repleta de tecnologia, o poder formatador da matemática “[...] se refere ao fato de que partes do nosso mundo são organizadas de acordo com a Matemática. A Matemática pode ser usada de uma forma prescritiva e, assim, tornar-se um princípio para um projeto” (SKOVSMOSE, 2001, p.134), ou seja, um princípio para o planejamento de como alguma estrutura que será feita.

iii) a ideologia da certeza: conforme o autor salienta, a ideologia da certeza assume como verdade a “[...] existência de uma solução ótima” (SKOVSMOSE, 2001, p.136). Desse modo essa solução é considerada a melhor possível e a mais confiável, pois uma vez que a solução de problemas reais advém de argumentos pautados na matemática, então essa solução

é sempre confiável. O que está por trás dessa ideologia são algumas ideias como essa de que a Matemática é perfeita, de que ela não recebe influências de qualquer interesse social, político ou ideológico e de que ela é “[...] relevante e confiável, porque pode ser aplicada a todos os tipos de problemas reais” (SKOVSMOSE, 2001, p.131). Em outras palavras, trata-se da ideologia de que os números não mentem.

O pesquisador também 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 que aqui, no Brasil, se assemelham às atividades desenvolvidas na MM na EM. Essas discussões também incluem 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 alfabetizados<sup>8</sup>, 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”.

Skovsmose (2008, p.15-39) 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

---

<sup>8</sup> Conforme Skovsmose (2001, p. 87), o termo "matematicamente alfabetizados" refere-se ao desenvolvimento de uma competência democrática, composta por diferentes competências. Sugerimos a leitura de Skovsmose (2001, p.65-88).

de referência: matemática pura, semirrealidade<sup>9</sup> e realidade<sup>10</sup>. Essas referências 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 semirrealidade 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). Esse último ambiente de aprendizagem apresentado pelo pesquisador, em que ele aborda o exemplo de um projeto desenvolvido, intitulado "Energia", pode ilustrar esse ambiente de aprendizagem e auxiliar na compreensão do que vem a ser a dimensão crítica dada à EMC na prática.

### **Modelagem Matemática**

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. São pesquisadores que valorizam aspectos sociais<sup>11</sup> 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) e Araújo (2010), em que apresentam um mapeamento dos principais focos de pesquisa em MM na EM

---

<sup>9</sup> A referência à semirrealidade está relacionada a contextos fictícios, inventados. Como exemplo, podemos considerar contextos apresentados em atividades de livros-texto.

<sup>10</sup> A referência à realidade está relacionada a contextos reais, fatos verdadeiros. Essa referência é característica do ambiente de MM na perspectiva da EMC.

<sup>11</sup> D'Ambrósio (1996) enfatiza, por exemplo, ideias relativas ao programa etnomatemática, que "[...] o aluno tem suas raízes culturais, parte de sua identidade" (D'AMBRÓSIO, 1996, p.114). Para o autor, essa realidade deve ser considerada no planejamento do processo educacional.

brasileira, assim como um panorama das atividades de MM desenvolvidas no Brasil. Tudo isso foi investigado por esses pesquisadores em relação a produções científicas divulgadas em um período médio de trinta anos, entre aproximadamente 1978 e 2008.

Nessa conjuntura, a MM é apresentada sob diferentes perspectivas. Existem autores que a apresentam como metodologia, outros como ambiente de aprendizagem ou como estratégia de ensino-aprendizagem, dentre outras diversas maneiras de se referir a ela, conforme verificado em Souza (2013). Souza apresenta, em sua dissertação de mestrado, uma descrição de como a MM é apresentada por autores brasileiros no contexto da EM.

Nesse trabalho, a MM é considerada como uma concepção para o processo de ensino e aprendizagem da Matemática, que proporcione reflexão e abertura a questionamentos de maneira crítica, tanto em relação aos aspectos quantitativos como aos qualitativos que envolvem o contexto em que o professor venha a trabalhar com os estudantes. Considerando a MM com essa concepção, destacamos algumas considerações de Barbosa (2004), por exemplo, que compartilha concepções apontadas por Skovsmose em seus diversos trabalhos que abordam a EMC, em que 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 atinjam o âmbito do conhecimento reflexivo (BARBOSA, 2004, p.75).

Pensando na MM enquanto desenvolvida na perspectiva da EMC, para Skovsmose (2001), ao realizar atividades de MM nesse ambiente que é investigativo, abordando contextos reais – e não “inventados” – em especial, contextos 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 algumas 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.

Como um fechamento de todo o processo de resolução das atividades, 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) descreve que a EMC não está relacionada apenas à matemática pura, nem à aplicada, mas, sim, a uma "[...] perspectiva mais abrangente que objetiva o conhecimento reflexivo" (SKOVSMOSE, 2001, p.95).

Na mesma linha de pensamento, Barbosa (2007) salienta que, "[...] no ambiente de Modelagem Matemática, os alunos podem desenvolver muitas ações, como realizar operações aritméticas, gerar equações, fazer desenhos, traçar gráficos e, principalmente, produzir discursos" (BARBOSA, 2007, p.162). Com base nas colocações dos autores, entende-se que, nesse ambiente de MM, os estudantes exploram não apenas conceitos e conteúdos matemáticos, mas também realizam estudos de aspectos qualitativos quando podem argumentar, analisar, discutir e refletir sobre as relações existentes entre o contexto real investigado e problematizado e a matemática que se desenvolveu para solucionar a questão ou as questões levantadas.

Complementando as ideias discutidas em Barbosa (2004 e 2007), acerca das características que envolvem o ambiente da MM, analisando-a enquanto desenvolvida na perspectiva da EM, Meyer, Caldeira e Malheiros (2011) salientam que a MM é trabalhada por um caminho inverso, em que, "[...] ao invés de se dar uma pergunta para o aluno, em que ele vai ter de usar determinada ferramenta matemática para garantir a obtenção da resposta certa, o aluno faz a pergunta para si e para os outros" (MEYER; CALDEIRA; MALHEIROS, 2011, p.35). Ainda, "[...] a Modelagem se enquadra em uma concepção de educar matematicamente" (MEYER; CALDEIRA; MALHEIROS, 2011, p.33), de modo que os estudantes se tornem capazes de aprender e adquirir confiança em si mesmos de que podem aprender com certa autonomia, aprendendo a "[...] formular e a resolver uma situação e com base nela fazer uma leitura crítica da realidade" (p.26). Aí surge o seguinte questionamento: — Como seria exatamente trabalhar com a MM nessa concepção?

Meyer, Caldeira e Malheiros (2011) sugerem um esquema que descreve o processo de desenvolvimento das atividades de MM. Nesse processo, inicialmente os estudantes podem

discutir entre eles, com a mediação do professor, sobre quais temas gostariam de trabalhar, podendo ser escolhido um tema relativo a seus cotidianos, ou à realidade de alguma comunidade próxima, ou talvez um tema polêmico que esteja em evidência e sendo discutido local, regional ou nacionalmente. Dois pontos importantes, em relação a essa escolha do tema, são que, primeiro, seja possível se problematizar sobre esse tema, de modo que os problemas levantados sirvam de respaldo para serem trabalhados, com os estudantes, os conceitos e os conteúdos matemáticos, e também, de acordo com Meyer, Caldeira e Malheiros (2011, p.27), "[...] reconhecer a existência de um problema real no sentido de ser significativo para os alunos". Isso é algo fundamental para que haja o interesse e o envolvimento deles nas atividades.

Segundo os autores, nesse momento da escolha do tema podem surgir vários temas e, com o auxílio do professor e de forma consensual entre todos na turma, um tema específico deve ser escolhido. A fim de delimitar um problema diante desse tema escolhido, como um primeiro passo, para a abordagem do problema, o professor pode relacionar algumas das variáveis que envolvem o contexto que está sendo problematizado, buscando, junto com os estudantes, que devem participar de todo o processo das atividades, uma forma de delimitar essas variáveis. Desse modo é possível simplificar o problema, explorando-o e reconhecendo-o de forma mais aprofundada, pois "[...] o aluno tem o direito de ver o problema na importância que ele tem para a sociedade" (MEYER; CALDEIRA; MALHEIROS, 2011, p.28). Para os autores, essa simplificação ocorre ao passo que se introduzem hipóteses que simplificam sua abordagem, o que é importante para facilitar a resolução matemática do problema, uma vez que todo problema real possui diversas variáveis.

Durante esse processo de problematização podem surgir questionamentos e curiosidades por parte dos estudantes. Então, nessas situações, ao invés de dar respostas a eles, o professor pode lançar novos questionamentos para levá-los a refletirem. Além disso, também pode direcionar, por exemplo, pesquisas para que eles participem da organização do problema, fazendo inclusive com que eles tenham autonomia para irem a campo como investigadores, fazendo levantamento de dados, buscando informações relevantes para a problematização e se sentindo protagonistas no processo de construção do próprio conhecimento matemático.

Após isso, o próximo passo é resolver a questão ou as questões do problema elencado. Conforme apontam os autores, nesse momento em que os estudantes resolvem o problema, por sua vez, podem surgir ou quase sempre surgem respostas por aproximações, sejam essas respostas por meio de algoritmos, gráficos, tabelas, entre outros recursos. Resolvido o problema, faz-se necessário o momento de avaliar as respostas matemáticas encontradas, "[...] que são, de fato, igualmente verdadeiras no universo matemático, mas que, à luz da questão inicial, podem não ter a mesma importância" (MEYER; CALDEIRA; MALHEIROS, 2011, p.28). Ao se fazer uma reflexão acerca de todo o processo que envolve as atividades de MM, cabe a colocação de Meyer, Caldeira e Malheiros em que relatam que,

Através da Modelagem, o aluno poderá, valendo-se dos resultados matemáticos relacionados a uma dada situação real, ter melhores condições para decidir o que fazer, uma vez que terá uma base quantitativa que poderá contribuir para a avaliação de aspectos qualitativos e quantitativos da situação apresentada de início. Quando trabalhamos não só com problemas matemáticos, mas com a Modelagem, em que o aluno é sujeito do processo cognitivo, esse, com certeza, vai poder enxergar além. E não apenas quanto ao conteúdo matemático, mas poderá ver como esse conteúdo matemático é importante nos processos decisórios em sociedade (MEYER; CALDEIRA; MALHEIROS, 2011, p.29).

Conforme explicitado pelos autores, quando os estudantes têm a oportunidade de trabalhar com dados e informações quantitativas de um contexto real, fazendo análises e reflexões em relação aos aspectos qualitativos desse contexto, eles conseguem fazer uma avaliação mais detalhada da situação investigada e, então, o conhecimento matemático que constroem, junto com o professor, passa a ter outro significado, uma vez que a matemática trabalhada dessa maneira faz com que os conteúdos matemáticos tenham mais sentido.

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, que contempla uma concepção para um processo de ensino e aprendizagem de Matemática que reflita e questione criticamente questões como: i) práticas tradicionais, ii) o poder formatador da matemática e iii) a ideologia da certeza.

### **Escolha dos materiais: seleção e organização dos textos para análise**

Dentre os trabalhos analisados, foram selecionados, nas duas edições mais recentes da Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática — CNMEM (2013 e 2015), 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 primeiro por se tratar de uma conferência específica da MM e, segundo, 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 consolidá-lo 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 Quadro 1 apresenta os títulos dos trabalhos e seus respectivos autores, juntamente com um código de identificação, a fim de referenciar os fragmentos deles retirados 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 Quadro 1, pois este só aparecerá quando for necessário referenciar os fragmentos.

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

<b>Cód.</b>	<b>Títulos (artigos/relatos/livros)</b>	<b>Autores</b>
CC1.8	Educação Matemática Crítica: aproximações da teoria de Skovsmose com concepções de Modelagem de alguns pesquisadores brasileiros.	CEOLIM, 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.
RE2.9	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.

Fonte: os autores.

## Procedimentos Metodológicos

Como referência para o desenvolvimento da análise da pesquisa estão considerados os procedimentos sugeridos por Moraes (2003) para uma análise textual discursiva de cunho qualitativo. Conforme o autor sugere, essa análise textual se constitui pelos seguintes três elementos: unitarização, categorização e comunicação.

Então, já aplicando o primeiro elemento, no processo de unitarização foi realizada, primeiramente, a leitura dos artigos e dos livros selecionados para identificar as ideias mais gerais do *corpus*<sup>12</sup>. Na sequência, houve a desconstrução 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. Esses fragmentos, enquanto agrupados, possibilitaram a construção de nove unidades de significado mais gerais, sendo que cada unidade foi intitulada 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.

**Quadro 2:** Códigos das unidades, unidades de significado e suas respectivas descrições

<b>Cód.</b>	<b>Unidade de Significado</b>	<b>Descrição Explicativa</b>
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.

<sup>12</sup> 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, correspondendo a uma multiplicidade de sentidos que a partir deles podem ser construídos” (MORAES, 2003, p.194).

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.

Fonte: os autores.

Aplicando o segundo elemento 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<sup>13</sup> explicativos — os metatextos caracterizam a aplicação do terceiro elemento sugerido por Moraes (2003) e denominado por "comunicação" — são apresentadas no subtítulo da discussão dos resultados, citando, quando necessário, os trechos das obras analisadas, trechos os quais subsidiaram as compreensões acerca de sua respectiva categoria.

### **Discussão dos resultados**

Na primeira categoria, intitulada *compreensão de situações da realidade com motivação para a aprendizagem por meio da Modelagem Matemática*, 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. Em outras palavras, 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, são apresentados 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).

CC3.8.2 - "[...] os alunos poderiam, durante o processo de estudo acerca do tema proposto, levantar, compreender e problematizar alguns impactos socioambientais relacionados à produção e ao consumo de eletricidade" (p.9).

---

<sup>13</sup> Moraes (2003) enfatiza que, nessa análise textual qualitativa, "[...] produz-se um metatexto, descrevendo e interpretando sentidos e significados que o analista constrói ou elabora a partir do referido *corpus*" (MORAES, 2003, p.202).

Skovsmose (2001) enfatiza que "[...] o problema deve ser concebido como relevante na perspectiva dos estudantes" (SKOVSMOSE, 2001, p.19). Corroborando o que enfatiza o autor, em relação às concepções presentes nos fragmentos, entende-se que tais temas podem ser, por exemplo, situações do cotidiano dos estudantes, sejam situações de suas comunidades 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.

Essa motivação para a aprendizagem tende a ocorrer, uma vez que, quando os temas explorados são reais e próximos da realidade dos estudantes, torna-se mais fácil para eles estabelecer relações com os conceitos e conteúdos matemáticos estudados, dando mais sentido para a aprendizagem deles. Por isso, ressalta-se a importância de abordar na MM situações que estejam próximas aos estudantes ou, quando não tão próximas, que sejam situações que se reflitam de certa forma em suas vidas.

A segunda categoria, a da *interatividade e democracia por meio da Modelagem Matemática*, contempla as unidades UD e UG. Essas unidades se referem 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" (SKOVSMOSE, 2001, 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).

RE2.9.1 - "[...] em todos os momentos privilegiou-se a socialização e o diálogo para a promoção de reflexões e aprendizagens" (p.5).

No que se refere à atividade de forma democrática, Skovsmose (2001) trata a questão da democracia<sup>14</sup> de maneira minuciosa, 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, para questionar, argumentar e, ainda, discordar de certas colocações, isso nos remetendo à ideia de Skovsmose (2001) quanto à ideologia da certeza.

Segundo o autor, a ideologia da certeza atribui à matemática uma qualificação de poder, de modo que quaisquer argumentos respaldados na matemática são tidos como verdades incontestáveis, como argumentos definitivos. O indivíduo que detém esses argumentos normalmente dá a última palavra. Em oposição a essa ideologia da certeza, entende-se que, no ambiente de MM, os estudantes podem argumentar, discutir, refletir e avaliar, por exemplo, aspectos qualitativos do contexto real que está sendo investigado e explorado, assim como os aspectos quantitativos identificados por meio dos próprios modelos matemáticos. Essa é uma forte característica da perspectiva da EMC.

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,

---

<sup>14</sup> Diante da riqueza em conceitos e aspectos inerentes à democracia, optamos por não tentar detalhá-la. Sugerimos Skovsmose (2001, p.69).

passos para a construção de uma competência democrática e crítica, por parte dos estudantes.

Na terceira categoria, a do *desenvolvimento de competência crítica e autonomia a partir do conhecimento reflexivo possibilitado pela Modelagem Matemática*, 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:

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).

RE2.9.2 - "[...] a partir das discussões e relatos das experiências cotidianas sobre a irrigação de jardins, concluíram que as especificidades das plantas, bem como sua transpiração não alterariam significativamente a quantidade de água necessária para a irrigação e que a quantidade de água evaporada também não influenciaria decisivamente nos resultados finais" (p.7).

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).

RE1.8.2 - "[...] com base nas respostas que eles conseguiram desenvolver, podemos constatar que os alunos seriam capazes de fazer suas próprias análises críticas" (p.11).

Skovsmose (2001) relata que reflexões dessa natureza auxiliam no desenvolvimento do conhecimento reflexivo, conhecimento esse que possui uma gama de questões que o caracteriza. Segundo o que Skovsmose (2001, p.84) elenca no exemplo "usar carros", para que o estudante possa encarar o problema a ser solucionado, ele precisa desenvolver um entendimento melhor sobre o fenômeno que estuda. No caso do exemplo citado, Skovsmose (2001) sugere que os estudantes façam reflexões a partir de questionamentos como: "Quais são as consequências econômicas e sociais de usar carros?" e, ainda, "Quais ações políticas e sociais são necessárias e o que parece possível?" (SKOVSMOSE, 2001, p.84). Nesse mesmo

exemplo, o autor trata, também, do conceito de conhecimento tecnológico<sup>15</sup>.

Conforme a convergência identificada entre as concepções apresentadas nos fragmentos dessa categoria em relação ao 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). Ademais, há de se considerar, ainda, que "[...] o conhecimento tecnológico, em si, é incapaz de predizer e analisar os resultados de sua própria produção; reflexões são necessárias" (SKOVSMOSE, 2001, p.85).

Essas reflexões nos remetem a uma das questões levantadas por Skovsmose (2001), ou seja, a ideologia da certeza. Em relação a esse questionamento, de maneira geral, nota-se que as reflexões que os estudantes costumam fazer durante as atividades de MM podem levá-los a perceber que nem sempre existe uma única solução correta para um problema e que ela nem sempre é exata, do ponto de vista da problemática, mas que essa solução pode ser uma aproximação do que seria a melhor solução. Como os problemas são advindos da realidade, considerar a solução como correta, como a melhor ou a mais confiável, vai depender, em grande parte, das hipóteses levantadas pelos estudantes no momento da problematização.

Um outro ponto que contrasta com essa questão de Skovsmose (2001) é o fato de que, ao analisar a solução do problema, não se olha apenas para a solução em si, mas para todo o processo de resolução que os estudantes desenvolveram para chegarem a essa solução. Devem ser analisados, por exemplo, alguns pontos como: que estratégias que eles utilizaram, que hipóteses foram levantadas, se houve coerência entre o contexto do problema e os caminhos escolhidos e se a matemática utilizada foi desenvolvida da maneira correta. Então o foco deixa de ser apenas a solução propriamente encontrada, mas todo o caminho percorrido para se chegar nela.

A partir da concepção apresentada na unidade UI, conforme evidenciam algumas

---

<sup>15</sup> Skovsmose (2001) designa, por conhecimento tecnológico, "[...] o conhecimento necessário para desenvolver e usar tecnologia" (SKOVSMOSE, 2001, p.85).

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. Os fragmentos a seguir expressam essa concepção presente na unidade UI, ideia que aparece de maneira mais explícita no primeiro fragmento e, de maneira implícita, nos demais:

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).

L3.2 - "[...] puderam interpretar criticamente os resultados encontrados, desenvolvendo, assim, habilidades individuais para uma efetiva participação no ambiente social e cultural a que pertencem" (p.128).

CC5.9.2 - "[...] Modelagem Matemática pode ocasionar mudanças na realidade, os estudantes que exploraram o tema higienização de um aquário, após o término da atividade, relataram se sentirem seguros em retomar a criação de peixes" (p.13).

L1.2 - "[...] fazê-los refletir sobre a presença da Matemática na sociedade, seja em benfeitorias ou em problemas sociais, e reagir contra as situações críticas que a Matemática também ajudou a construir" (p.34).

CC3.8.3 - "[...] poderia se discutir sobre o conforto que a eletricidade pode trazer aqueles que a ela têm acesso, bem como a privação que alguns sofrem por não a terem" (p.10).

Enfim, ao conseguir desenvolver análises críticas para poder 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 concepções 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 segunda categoria, 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, pois o tema trabalhado deve ser de interesse deles. Quando se abre esse espaço de forma democrática, os estudantes têm a oportunidade de explorar e de problematizar sobre as suas realidades, construindo conhecimento matemático junto com o professor e podendo estabelecer relações entre esses conhecimentos com a sua vida real. A Matemática, nessa direção, tende a ter outro significado para o estudante, pois, nessa abordagem, os conceitos e os conteúdos matemáticos passam a ter sentido.

Qual professor nunca ouviu os famosos questionamentos dos estudantes: —Para que serve isso? —Onde vou usar isso na minha vida? Provavelmente, algumas dessas perguntas podem ter respostas quando se trabalha, com os estudantes, as atividades de MM. Em especial, podem ocorrer respostas ao serem trabalhadas atividades de MM na perspectiva da EMC. Além de os estudantes conseguirem algumas respostas para questionamentos dessa natureza, eles também podem fazer reflexões e análises que contribuam para o desenvolvimento do conhecimento reflexivo.

Em relação à questão do conhecimento reflexivo, que é outro aspecto convergente observado, como são explorados contextos reais em atividades de MM, quando desenvolvidas na perspectiva da EMC, conforme já dito, a partir das experiências reflexivas vivenciadas na sala de aula, os estudantes podem desenvolver uma competência crítica, pois eles têm a oportunidade de analisar, argumentar, discutir, refletir e avaliar desde a construção dos modelos matemáticos e a implicação dos resultados encontrados por meio desses modelos no contexto real investigado, até se certas políticas incidem positivamente ou não sobre algum grupo específico de pessoas, ou ainda sobre a sociedade de modo geral.

Todas essas análises e reflexões contribuem para que o estudante consiga compreender melhor o contexto no qual está inserido, seja a partir de sua realidade, da realidade de sua

comunidade, cidade ou até do seu país. Ainda, por meio dessas análises e reflexões, em relação ao que salienta Skovsmose (2001) acerca da competência crítica e do processo de democratização, os estudantes podem agir de forma autônoma enquanto cidadãos, uma vez que, dificilmente, serão influenciados por terceiros e, até mesmo, terão melhores argumentos para reagir a contradições sociais, podendo transformar suas realidades imediatas exercendo sua cidadania de forma plena.

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. 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.

## 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. Educação Matemática Crítica na formação de Pós-Graduandos em Educação matemática. In: ARAÚJO, J. L. (Org.). **Educação Matemática Crítica**: reflexões e diálogos. Belo Horizonte, MG: 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/resourcesecured/?target=fulltext.pdf&sid=h0uanzc2xdr4xfccj3tawyd&sh=www.springerlink.com>>. Acesso em: nov. 2011.

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática: O que é? Por quê? 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. A prática dos alunos no ambiente de Modelagem Matemática: o esboço de um *framework*. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Orgs.). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira**: pesquisas e práticas

educacionais. Recife, PE: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2007.

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

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, SP: 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, MG: 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.

SOUZA, H. C. T. **Uma análise dos esquemas de representação do processo de Modelagem Matemática**. 2013. 104 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal do Paraná (UFPR). Curitiba, 2013.

SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática Crítica: a questão da democracia**. 6. ed. Campinas, SP: Papirus, 2001.

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

SKOVSMOSE, O. **Desafios da reflexão em Educação Matemática Crítica**. Campinas, SP: 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.

**Recebido em: 30/07/2017**  
**Aprovado em: 24/09/2017**