



## MODELAGEM MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: PRÁTICAS E PESQUISAS<sup>1</sup>

Morgana Scheller<sup>2</sup>

Bazilicio Manoel de Andrade Filho<sup>3</sup>

Pedro Augusto Pereira Borges<sup>4</sup>

Nilce Fátima Scheffer<sup>5</sup>

**Temática:** Modelagem e ensino de matemática.

**Objetivo:** Fomentar as discussões e reflexões na comunidade acadêmica catarinense sobre as práticas e pesquisas de modelagem, nos diferentes níveis de ensino de matemática.

**Resumo:** Buscamos com a realização desta mesa temática fomentar as discussões e reflexões sobre um pouco da história das práticas, pesquisas e enfoques da modelagem, nos diferentes níveis de ensino de Matemática, junto à comunidade dos Educadores Matemáticos Catarinenses. Essa discussão se efetivará em três temáticas: (i) diferentes abordagens da modelagem defendidas por pesquisadores e que podem estar nos cenários da Educação Básica ou Ensino Superior, seja com práticas ou pesquisas; (ii) descrição e análise de experiências docentes e pesquisas de modelagem em Santa Catarina que possibilitam a apresentação de um panorama estadual; e (iii) limites e potencialidades da modelagem na Educação Matemática.

**Palavras-chave:** Modelagem matemática. Aprendizagem com modelagem. Ensino de modelagem. Modelagem na Escola Básica.

### 1 INTRODUÇÃO

Este texto apresenta considerações decorrentes de uma mesa temática realizada no VIII Encontro Catarinense de Educação Matemática centrada em fomentar as discussões e reflexões junto à comunidade de educadores matemáticos catarinenses, estudantes e interessados acerca de pesquisas, práticas pedagógicas e enfoques da modelagem matemática<sup>6</sup> em diferentes níveis de ensino e etapas de escolaridade.

Com cerne na Matemática Aplicada, a modelagem surge para contribuir no ensino de matemática e, ao longo do tempo, se apresenta sob diferentes fundamentos. Método de ensino, estratégia de ensino-aprendizagem, alternativa pedagógica, ambiente de aprendizagem ou concepção de Educação Matemática são algumas das diferentes concepções dessa tendência

---

<sup>1</sup> Mesa temática submetida ao subevento temático Pesquisa em Educação Matemática.

<sup>2</sup> Doutora em Educação em Ciências e Matemática; IFC/Rio do Sul; e-mail: morgana.scheller@ifc.edu.br.

<sup>3</sup> Doutor em Ciências da Linguagem; IFSC/Criciúma; e-mail: bazilicio.andrade@ifsc.edu.br.

<sup>4</sup> Doutor em Engenharia Mecânica; UFFS/Chapecó; e-mail: pedro.borges@uffs.edu.br.

<sup>5</sup> Doutora em Educação Matemática; UFFS/Chapecó; e-mail: nilce.scheffer@uffs.edu.br.

<sup>6</sup> Doravante, utilizaremos o termo modelagem ou MM para nos referir à modelagem matemática na perspectiva da Educação Matemática.



de Educação Matemática. Ela vem sendo descrita como uma tendência metodológica em alguns documentos oficiais para o estudo de problemas da realidade por meio da matemática. Trata-se de um avanço para romper com formas pautadas em um ensino tradicional e uma formação na racionalidade técnica.

Nesse sentido, muito já se discutiu desde a década de 1970 sobre *o que é* modelagem, talvez buscando sentido para o *porquê* e o *como ensinar* utilizando-se da tendência, levando-se em consideração o *porquê*, *para quê* e *para quem ensinar* matemática. Nossa intenção não é reinventar a roda, mas fazer uma breve retomada da temática, lembrando as principais concepções que veiculam no cenário brasileiro; suas implicações para a formação de professores e para a sala de aula, principalmente da Educação Básica; uma descrição e análise de experiências docentes e pesquisas de modelagem realizadas em Santa Catarina; e, por fim, uma reflexão acerca dos limites e potencialidades da MM na Educação Matemática.

## **2 DIFERENTES ABORDAGENS DA MODELAGEM NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES, NO ENSINO SUPERIOR, MÉDIO E FUNDAMENTAL**

O debate sobre MM na perspectiva da Educação Matemática já ocorre há cerca de 50 anos, tendo-se registros em nível internacional, na Europa, na década de 1970 e, praticamente ao mesmo tempo, influenciou também a comunidade de pesquisadores brasileiros. Desde que Barreto, D'Ambrósio, Bassanezi, Mayer, Gazzetta e Sebastiani passaram a discutir o tema no país, nos diferentes espaços em que trabalhavam, em cursos de extensão e de pós-graduação e em eventos, o número de adeptos foi se ampliando, o que impulsionou um aumento no número de pesquisas divulgadas em eventos, revistas e livros, e até de um evento específico no Brasil, a Conferência Nacional de Modelagem na Educação Matemática – CNMEM (BIEMBENGUT, 2009; 2014).

Assim, de acordo com a autora, os vários estudos permitiram desdobramentos em relação à conceitualização e a caracterização da modelagem, que tem sido utilizada de acordo com diferentes pressupostos norteadores de práticas e pesquisas. Inicialmente, no Brasil a MM foi utilizada como *estratégia de ensino* em disciplinas de cursos de graduação e de pós-graduação, por Barreto, na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Das experiências e estudos realizados, ele passa a divulgar sua proposta em eventos de Educação Matemática, tanto nacionais quanto internacionais. “Sua proposta implicava apresentar uma situação-problema capaz de motivar os estudantes a aprender a teoria matemática; ensinar a teoria, e



então retornar à situação-problema para matematizá-la (modelar) e respondê-la” (BIEMBENGUT, 2009, p. 11). Tem-se então uma primeira concepção, no Brasil, dos propósitos da MM.

Foi em um desses eventos que Bassanezi, em 1979, tornou-se adepto das ideias de Barreto e decidiu utilizar a proposta em um curso de formação continuada de professores de Cálculo Diferencial Integral (CDI), apesar de já conhecer modelagem por meio da Matemática Aplicada. Em 1982, em curso de pós-graduação em modelagem para professores, buscou apresentar uma proposta cujo intuito era mostrar a eles que a partir da oportunidade dos estudantes de “se inteirarem das atividades de uma região à qual pertenciam, e, a partir desse contato com as questões da realidade, levantar problemas de interesse para serem investigados. O conteúdo matemático era apresentado quando requerido pelos modelos que estavam sendo elaborados” (BIEMBENGUT, 2009, p. 12).

Foi a partir dessa e de outras experiências desenvolvidas por Bassanezi que a modelagem passou a ser defendida como *estratégia de ensino de matemática* e impulsionou o autor a publicar, em 2002, seu livro *Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática*.

[...] A modelagem – que pode ser tomada tanto como um método científico de pesquisa quanto como uma estratégia de ensino-aprendizagem – tem se mostrado muito eficaz. A modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real (BASSANEZI, 2006, p. 16).

Assim, Bassanezi sugere a MM como uma estratégia a ser usada para o ensino e a aprendizagem de matemática a ser utilizada em qualquer curso. Para isto, utiliza a denominação de Modelação Matemática ou Modelagem na Educação. O autor salienta que a modelagem como estratégia na educação tem como maior objetivo o caminho seguindo as etapas de aplicação e resolução dos conteúdos matemáticos e não precisa, obrigatoriamente, chegar a um modelo bem-sucedido.

Na modelação a validação de um modelo pode não ser uma etapa prioritária. Mais importante do que os modelos obtidos é o processo utilizado, a análise crítica e sua inserção no contexto sociocultural. O fenômeno modelado deve servir de pano de fundo ou motivação para o aprendizado das técnicas e conteúdos da própria matemática. As discussões sobre o tema escolhido favorecem a preparação do estudante como elemento participativo da sociedade em que vive (BASSANEZI, 2006, p. 38).



A MM, para o autor, pode proporcionar então uma forma de construção matemática da realidade que inter-relaciona aspectos teóricos e práticos e, assim, motivar o estudante a buscar a compreensão da realidade, de forma crítica. A partir daí, é possível encontrar soluções matemáticas e práticas para transformá-la.

Dos trabalhos de Bassanezi em programas de pós-graduação se tem registro de várias orientações que impulsionam outras concepções de MM, dentre elas a de Burak – dissertação em 1987 e tese em 2002 – e Biembengut – dissertação em 1990.

Burak foi o primeiro no Brasil a escrever uma dissertação de mestrado na área de Educação Matemática sobre modelagem. Continua seus estudos no doutorado e passa a defender a MM como “conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões” (BURAK, 1992, p. 62). Procedimentos esses não meramente técnicos, mas que de modo aberto e contextualizado deem significado aos conteúdos matemáticos, não sendo obrigatória a obtenção de um modelo.

O autor defende que, para se constituir em uma prática educativa, a MM pressupõe que deve ser realizada a partir do interesse dos envolvidos e que se devem obter as informações/dados no ambiente natural no qual eles se localizam, podendo contribuir assim para o desenvolvimento da autonomia para agir em situações novas e de atitude investigativa, na medida em que busca coletar, selecionar e organizar dados obtidos. Burak (1998) orienta os professores que queiram se utilizar dessa concepção em sala e propõe o desenvolvimento da MM em cinco etapas: 1. escolha do tema; 2. pesquisa exploratória; 3. levantamento do(s) problema(s); 4. resolução do(s) problema(s) e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema; 5. análise crítica da(s) solução(ões).

Em uma abordagem a partir das ideias de Burak, o professor atuará como mediador e não como um transmissor de algo. Já o estudante é entendido como alguém que busca no contexto/ambiente a fonte de sua pesquisa, tem autonomia e atitude investigativa e crítica.

Outra concepção que advém de orientados por Bassanezi é a de Maria Salett Biembengut. Decorrente dos estudos de pós-graduação e de pesquisas, ela concebe a modelagem como método de ensino e pesquisa na educação formal. Em sua obra de 2014, a autora defende que a MM pode tornar-se um caminho para que o educando se interesse por outros assuntos, sejam matemáticos ou da ciência, além de ao mesmo tempo aprendê-la e como fazê-la. Por sua vez, ela permite a compreensão por meio da pesquisa da resolução de uma situação-problema, ainda desenvolvendo o senso crítico e criativo. Para isso, entende que “a modelagem, na disciplina de matemática, por exemplo, implica em ensinar conteúdos



curriculares e, ao mesmo tempo, ensinar o estudante a fazer pesquisa” (BIEMBENGUT, 2014, p. 28). A esse processo de adaptação da MM para o ensino, considerando o currículo, ela denominou de Modelagem na Educação ou Modelação. Nela, “atuamos em duas abordagens: uma, ensino, que nos permita desenvolver o conteúdo curricular e, ao mesmo tempo, apresentar o processo da modelagem e, noutra frente, pesquisa, em que orientamos os estudantes a modelar. Estas abordagens ocorrem integradas, simultâneas” (BIEMBENGUT, 2014, p. 41). Para tanto, a autora sugere que o trabalho com modelagem seja desenvolvido considerando três diferentes fases, cada uma constituída de várias etapas.

Com uma preocupação mais crítica, surgem duas novas concepções com Caldeira e Barbosa. Elas não têm preocupação com os conteúdos do currículo, mas sim com o fato de que a MM pode ser um instrumento de crítica. Caldeira compreende a modelagem advinda de projetos e escreve que ela pode se constituir uma concepção de educação matemática que oferece “aos professores e alunos um sistema de aprendizagem como uma nova forma de entendimento das questões educacionais da Matemática” (CALDEIRA, 2005, p. 3). Para o autor, a modelagem pode contribuir para “educar alguém que não se deixe enganar” (p. 4), o que imprime a ela não um aspecto de método, e sim de uma concepção de ensino e aprendizagem em que, partindo de um problema da realidade próxima, os estudantes chegam a “respostas”. Há aqui uma abrangência maior para a modelagem que apenas o simples ensino de conteúdos de matemática.

Essa concepção de Caldeira vai ao encontro da visão que Barbosa traz, a de que a modelagem constitui uma oportunidade para que os estudantes possam questionar diferentes situações da realidade por meio da matemática, sem que sejam necessários procedimentos previamente definidos. Na sua concepção, “modelagem é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade” (BARBOSA, 2001, p. 6) prioritariamente, e não de situações fictícias (semirrealidade). Ambiente entendido pelo autor como um “convite” feito aos estudantes. Assim, para esses dois autores, o foco não reside nem nos conteúdos programáticos, nem na construção de modelos, afinal o trabalho com a modelagem é pautado na indagação.

Por fim, destacamos a concepção de Almeida e seus colaboradores, para quem a modelagem constitui-se em uma “alternativa pedagógica em que se aborda, por meio da matemática, um problema não essencialmente matemático” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 9). Eles entendem que uma atividade de modelagem pode ser descrita em termos de “uma situação inicial (problemática), de uma situação final desejada (a solução da



problemática) e de um conjunto de procedimentos e conceitos necessários para passar da situação inicial para a situação final” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 12). Todo esse processo é constituído de fases relativas ao conjunto de procedimentos necessários para configuração, estruturação e resolução de uma situação-problema, as quais são identificadas: interação, matematização, resolução, interpretação de resultados e validação.

Como a situação final é associada a um modelo (representação matemática), percebemos que tal concepção apresenta maiores confluências com as ideias trazidas por Bassanezi, Biembengut e Burak. No entanto, apesar dessa característica, o foco reside mais no processo, ou seja, nos encaminhamentos e procedimentos envolvidos na atividade.

Os estudos já desenvolvidos evidenciam que a modelagem, independentemente da concepção, pode ser utilizada seja no desenvolvimento profissional de professores, seja para contribuir com os processos de ensino de matemática em sala de aula em todos os níveis educacionais. As abordagens podem variar dependendo do objetivo traçado pelo professor nos vários momentos de sua atuação, de sua criatividade, bem como sua capacidade crítica.

Diante dessas considerações, cabe a cada um de nós contribuir para o debate de como a modelagem pode se fazer presente na sala de aula do professor em Santa Catarina. Como as universidades fomentam a pesquisa em modelagem no estado? Qual o papel dos professores que ensinam matemática e das instituições de pesquisa nesse debate?

### **3 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DE EXPERIÊNCIAS E PESQUISAS DE MODELAGEM EM SANTA CATARINA**

Descrever e analisar experiências docentes e pesquisas de modelagem em Santa Catarina não é uma tarefa simples, dado que muitas pesquisas são desenvolvidas em coautoria com profissionais de outros estados, ou em programas de pós-graduação de diferentes unidades da federação. Nesse sentido, o estudo que ora se apresenta evidencia não a totalidade de pesquisas desenvolvidas no estado, mas sinaliza algumas discussões que vêm sendo tecidas recentemente.

Em Santa Catarina, foi criado em 2006 o Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino – Cremm. O Cremm tinha como objetivo “ser um Centro de Estudo e Pesquisa integrado a outros Centros ou Grupos de Pesquisa na área para promover ações que contribuam para a Educação Matemática e dispor de um Sistema de Documentação referente a pesquisas e práticas pedagógicas de Modelagem Matemática no Ensino dos mais diversos



países que possam subsidiar alunos, professores e pesquisadores”. Embora desativado atualmente, consolidou-se durante o período em que manteve suas atividades como uma referência para consulta e discussões de pesquisas sobre MM.

No que tange aos estudos mais recentes, buscaremos na sequência descrever alguns estudos desenvolvidos e identificar os eixos nos quais as pesquisas em MM são inseridas.

Borges e Nehring (2008) e Horn (2018) discutiram/estudaram o ensino gerado pela MM a partir do uso de sequência didáticas. Os estudos desenvolvidos apontam que essas sequências permitem integrar conceitos e desenvolver a habilidade de associar os conceitos matemáticos às situações reais; contudo, é necessário o uso de situações/técnicas de ensino complementares para garantir a aprendizagem dos conteúdos planejados. Segundo Borges e Nehring (2008), essa complementaridade contribui para uma aprendizagem mais significativa, sem perder a característica de investigação de problemas.

Klüber (2012) buscou compreender o que é a modelagem na Educação Matemática, se pautando nos estudos publicados na VI CNMEM. Para o autor, a MM se mostra de maneira multifacetada, dadas as diferentes concepções assumidas para conhecimento, ciência, matemática e educação matemática.

Magnus (2012) investigou as dificuldades e os obstáculos relatados por professores ao usarem a MM no ambiente escolar. Entre os pontos elencados pela pesquisadora, aponta-se a carga horária da disciplina, a necessidade de preparar os alunos para exames oficiais, tal como o vestibular, ou ainda o desconhecimento dessa tendência. Silveira e Caldeira (2012) descreveram e analisaram os obstáculos e resistências de futuros professores no desenvolvimento de atividades envolvendo MM. Nesse estudo, os autores elencaram como fatores a relação do professor com o trabalho, escola e currículo, por exemplo.

Silveira (2014) e Silveira, Caldeira e Wagner (2019) procuram, em seus estudos, identificar/elaborar alguns aspectos que relacionam MM e CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), discutindo quais os motivos (ou causas justificadoras) para o uso da MM na perspectiva CTS, ou seja, os autores buscam, em linhas gerais, aproximar teoricamente MM e CTS.

Scheller e Biembengut (2014) e Scheller (2009, 2017) investigaram a modelagem no contexto do ensino técnico integrado ao ensino médio, trazendo à tona a importância da iniciação científica para o desenvolvimento dos estudantes. A pesquisa de Scheller (2017) evidenciou que a modelagem contribui para o desenvolvimento da linguagem científica dos estudantes.



Padilha (2011) procurou compreender de que forma a MM se constitui como agente de formação de professores nas universidades brasileiras, observando que, embora seja possível identificar diferentes perspectivas de MM, ela contribui com o ensino e a aprendizagem de matemática.

Bonotto, Scheller e Biembengut (2015) apresentaram os resultados de uma experiência desenvolvida com um grupo de professores, em uma ação de formação continuada. Nesse estudo, as autoras constataram o desenvolvimento de atividades de modelagem com o uso do tangram. Bonotto, Scheller e Lima (2020) relataram uma experiência no desenvolvimento de uma atividade de modelagem realizada com um grupo de professores em uma ação de formação continuada. As autoras, em seu estudo, levantaram as potencialidades e dificuldades do uso da MM em sala de aula.

Teres (2014) analisou os impactos da inserção da MM, na perspectiva crítica, nas relações de ensino e aprendizagem no Ensino Fundamental – Anos Iniciais. Os resultados obtidos sinalizaram que o uso da MM propiciou modificações na prática docente e conduziu os estudantes a uma efetiva participação no processo de construção do conhecimento. Já Gonçalves (2019) procurou identificar, especialmente no Ensino Fundamental – Anos Iniciais, uma perspectiva de MM que estivesse centrada na interdisciplinaridade. O autor conclui que nesse nível de ensino a MM deve estar inserida no interior de um projeto.

Scheller, Bonotto e Viali (2016) e Scheller et al. (2017) analisaram atividades envolvendo modelagem com estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental. Os autores concluíram que a atividade de modelagem possibilitou o desenvolvimento do pensamento algébrico e o uso de diferentes registros de representação semiótica pelos estudantes. Já Scheller e Silva (2018) relataram uma experiência de uma atividade de modelagem desenvolvida no decorrer do estágio supervisionado obrigatório de um curso de Pedagogia. Assim como os estudos citados anteriormente, observou-se a mobilização de diferentes registros de representação para expressar o modelo matemático.

Tonello (2017), sob orientação de Borges, investigou os tipos de argumentação que estão presentes nas atividades de ensino de matemática com MM na Escola Básica. Segundo o autor,

os tipos de linguagens e argumentações dependem da forma de condução das atividades didáticas, que no processo de modelagem os tipos de argumentação mais frequentes são aqueles baseados em referências (experiências anteriores, pessoas e livros) e que os argumentos dedutivos e de generalização tendem a compor a etapa final do processo de argumentação (TONELLO, 2017, p. 6).



Scheller e Bonotto (2020), objetivando compreender e identificar as estratégias utilizadas por estudantes de Pedagogia, evidenciaram o uso de diferentes estratégias de resolução e desenvolvimento do pensamento proporcional, evidenciando utilização de pensamento proporcional avançado e pré-formal.

Andrade Filho (2020) desenvolveu estudos de interface entre linguagem e modelagem, concebendo a MM como uma situação a-didática, nos termos da teoria das situações didáticas. O autor, ao aplicar uma atividade em um curso técnico integrado ao ensino médio, constatou que a mobilização de diferentes registros de representação semiótica no processo de ensino e de aprendizagem dos objetos matemáticos aprimorou a concepção e a execução da sequência didática do ponto de vista do docente e favoreceu ações e retroações ao longo das etapas de MM do ponto de vista dos estudantes.

Os estudos apontados acima sinalizam quatro eixos de pesquisa relacionados à modelagem: (1) aquelas que buscam compreender as diferentes perspectivas de MM na Educação Matemática, bem como as potencialidades e dificuldades do uso em sala de aula; (2) o uso da modelagem na formação inicial e continuada de professores; (3) o uso da modelagem na educação básica e em cursos técnicos; (4) estudos de interface entre modelagem e linguagem matemática.

#### **4 POTENCIALIDADES E LIMITES DA MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

A utilização da modelagem na prática de ensino de matemática em qualquer nível de ensino pressupõe que ela contribua, dentre outros, para a aprendizagem do conhecimento matemático. Para entender como isso ocorre, partimos de uma concepção do que é aprender ou de como o conhecimento é aprendido. Existe um certo consenso entre as teorias de aprendizagem cognitivistas [1] de que os conceitos desenvolvidos na mente humana são formados pelas interações com o mundo físico (as coisas e as pessoas) através dos sentidos. Assim, imagens, sons, cores, aromas, gostos, texturas, sensações de prazer, medo, alegria e tristeza são associados a objetos e pessoas e, com essas informações, podemos distingui-los uns dos outros e formar conceitos abstratos sobre eles. Enquanto os objetos e sensações do mundo real são concretos e/ou sensíveis, as ideias que fazemos deles são completamente abstratas.

Na concepção de aprendizagem de Vergnaud (Teoria dos Campos Conceituais – TCC), essas ideias são representações mentais dos conceitos. Na TCC, os conceitos em geral –



como os de mesa, automóvel, escola – e particularmente os matemáticos – como triângulo, polígono, reta, número – são concebidos como um tripleto de três conjuntos: o conjunto de **problemas**, situações reais ou imaginárias cujos objetos, fatos e ações tenham *sentido* para o sujeito (S); o conjunto dos **invariantes** (I) ou ideias que identificam os objetos, propriedades ou relações que viabilizam o reconhecer, referir-se, operar, analisar ou dominar essas situações (os *significados*); e o conjunto das **representações** (R) desses invariantes através de uma linguagem (os *significantes*), seja ela natural (oral, gestual, corporal) ou simbólica (escrita, pictórica, gráfica ou matemática), o que viabiliza o pensamento individual e o compartilhamento com os outros (MOREIRA, 2002, p. 10; PLAISANCE; VERGNAUD, 2003, p. 76).

Na TCC, a *atividade* supõe ações de iniciativa do sujeito que aprende, tais como perceber o real, separar e agrupar coisas de acordo com algum critério, ordenar, modificar, fazer hipóteses sobre essas modificações, testar, julgar por si mesmo e resolver problemas. A atividade é movida por interesse, curiosidade e objetivos e ocorre mediante esquemas que o sujeito elabora e executa, compostos por elementos abstratos (regras, definições, conceitos, desejos, sentimentos) e reais (informações do meio obtidas pelos sentidos, ações físicas de tocar, mover, falar), para transitar pelos conjuntos dos sentidos, dos invariantes e das representações (S-I-R), adaptando, substituindo e lapidando os conceitos. Assim, aprender é vivenciar esse processo dinâmico de interações com o meio físico, social, requisitando sentidos e representando seus significados através de diferentes linguagens.

Com o entendimento de Vergnaud sobre a *aprendizagem de conceitos*, pretendemos refletir sobre como a modelagem pode contribuir para a aprendizagem de matemática na Escola Básica, apontando suas potencialidades, já que ela pode ser uma representação em linguagem matemática de elementos do mundo real, assim como analisar possíveis limites de sua aplicação nas escolas.

As principais potencialidades consideradas neste trabalho são a contextualização, a investigação do real com matemática, a formação escolar de matemática aplicada e o envolvimento ativo do aluno:

i) A *contextualização, seja na forma de ilustração, investigação ou resolução de problemas*, pode dar sentidos reais (S) para os conceitos matemáticos e mostrar sua *utilidade* na solução de problemas de ciência, tecnologia e da vida cotidiana: a matemática como *ferramenta*. Evidentemente que a matemática é um jogo lógico que independe do real, na sua versão pura, mas muitos dos seus conceitos nasceram da analogia com coisas reais ou foram gerados a partir de problemas concretos como as medições de terras ou astronômicas, produção



de máquinas (moinhos, máquina a vapor e motores) e análise de fenômenos econômicos. Significar um conceito com assuntos da vida do aluno é, no mínimo, mostrar como a matemática pode fazer parte de uma realidade imediata repleta de consequências na produção de bens, no comportamento, no funcionamento das coisas e na tomada de decisões. Assim, a contextualização contribui para tornar a matemática mais próxima do aluno, atribui-lhe um caráter aplicado e, em termos de aprendizagem, proporciona diferentes formas de significados para os conceitos matemáticos.

ii) A *investigação* com matemática é uma forma de conhecer o *real* empregando metodologia de ciência. O ato de pesquisar o real é *crítico* no sentido lógico de argumentação fundamentada, de coerência, na medida em que justifica, apresenta evidências, constrói argumentos, busca esclarecer o sentido dos fatos e das coisas. Não se trata de acumular informações, mas de avaliá-las, conectá-las e explicar o real da forma mais coerente possível. A investigação com matemática pode capacitar o aluno, dando-lhe um método com características científicas para construir seus próprios posicionamentos de forma lógica e autônoma.

iii) A *formação de uma concepção de matemática aplicada*: no embate entre as pressões da matemática pura e da aplicada sobre o currículo escolar, a modelagem utiliza mais os métodos das ciências aplicadas (Física, Química, Biologia, Economia...) do que os processos formais da matemática pura. A investigação do real é naturalmente *multidisciplinar*, onde a matemática é uma das disciplinas, diferenciada das outras em especial pela precisão e eficiência da sua linguagem. Com essas características, a modelagem contribui, no sentido epistemológico, para a formação de uma concepção de matemática imbricada com outras áreas da ciência, cujo foco é a aplicação, a solução de problemas, a representação simbólica dos fenômenos reais e não a preocupação com a verdade das proposições matemáticas.

iv) Ao propor ambientes de investigação do real na escola, *a modelagem coloca o aluno em atividade*, na busca de informações, dados, problemas e soluções, que darão sentidos reais ou imaginários (S) aos conceitos e que, associados às suas representações simbólicas (R), contribuem para a aprendizagem de matemática. Ao envolver-se na investigação, o aluno tem várias oportunidades de interação com os conceitos, juntamente com colegas e professores, em um processo de resolução de problemas e construção do social do conhecimento matemático. A característica de atividade com os outros em um ambiente de aprendizagem é própria das metodologias ativas, menos diretivas do que as tradicionais aulas expositivas. Por isso, são ricas em oportunidades de socialização, de conversas, de prática das relações de poder, de argumentações, de desenvolvimento da personalidade e de incentivo à autonomia intelectual.



Se o aluno não se colocar em atividade por conta própria, submetendo seus conhecimentos à transformação, a aprendizagem não ocorre.

Por outro lado, as experiências com modelagem na escola têm mostrado algumas *limitações* dessa metodologia:

i) A aprendizagem de matemática não se reduz à *significação*. Os conceitos requerem uma *sistematização* para que a aprendizagem se efetive.

O processo de modelagem tem o foco na resolução do problema investigado. Em regra, os modelos envolvem vários conteúdos escolares, inclusive de anos diferentes, porém de forma parcial, restrita ao que é necessário ao modelo. Isso leva a um conhecimento expedito, prático, provavelmente decorado e algorítmico. A organização lógica e bem escrita dos conceitos e a discussão de sua verdade são absolutamente necessárias após a modelagem.

Durante a modelagem ocorrem a prática e o desenvolvimento de habilidades com a linguagem matemática, porém limitadas à resolução do problema modelado. Como a matemática é uma linguagem escrita, não se pode limitar sua prática à atividade de aplicação. Questões e exercícios que promovam a reflexão sobre as propriedades matemáticas têm dado conta dessa questão.

A significação dos conceitos matemáticos não é única. Associar  $x$  ao número de laranjas produzidas por um agricultor é apenas uma das significações da variável. Outros modelos e outras atividades devem consolidar esse caráter abstrato e genérico da representação matemática dos conceitos, uma vez que a aprendizagem ocorre efetivamente quando o aluno é capaz de reconhecê-los em novas situações.

ii) Existem *diferentes perfis* de alunos em uma classe. Alguns alunos gostam de lidar com símbolos, outros não. Alguns gostam de argumentar, outros aceitam afirmações como verdadeiras mais facilmente. Alguns gostam de saber para que serve o que aprendem, outros não se interessam por essas utilidades. Enfim, a significação do conhecimento (aplicações e utilidade) não é uma garantia de que o problema de gosto pela matemática esteja resolvido.

Além disso, os alunos aprendem cada um no seu tempo e de formas diferentes. A MM tende a privilegiar os alunos mais ativos, que tomam iniciativa, buscam soluções e se impõem no grupo. A organização de conteúdo de forma que todos possam ter acesso de diferentes formas é um desafio para a condução de atividades de ensino com modelagem.

A MM como processo de investigação empresta à modelagem na Educação Matemática algumas potencialidades evidentes, tais como a significação, a investigação do real, a concepção utilitária da matemática e envolvimento dos alunos em uma oportunidade de construção social do conhecimento. Porém, suas contribuições à construção do conhecimento



matemático em si são limitadas à própria significação e à resolução de problemas particulares. Assim, seu emprego associado a outras metodologias, inclusive à clássica aula expositiva apoiada pelo livro didático, pode gerar resultados excelentes, uma vez que os elementos da formação conceitual, o sentido, o significado e a representação simbólica podem ser, então, contemplados de diversas formas e momentos no planejamento didático-pedagógico, atendendo às particularidades de aprendizagem dos diferentes perfis de alunos.

## 5 ASPECTOS CONCLUSIVOS DA MESA

Inicialmente apresentou-se aos participantes do VIII Ecem diferentes abordagens que a MM vem assumindo ao longo das últimas décadas na formação de professores, no ensino superior, médio e fundamental, assim como os principais brasileiros que apresentaram a modelagem matemática para o ensino nos diferentes níveis de ensino.

Dentre as diferentes abordagens destacou-se a MM inicialmente como *estratégia de ensino* em disciplinas de cursos de graduação e de pós-graduação. Depois, num processo evolutivo de reflexão a respeito da realidade, passou a fazer parte da exploração da problemática de atividades de uma região à qual a escola pertencia, e, a partir desse contato com as questões da realidade, passou a levantar problemas de interesse da comunidade para serem investigados. Conseqüentemente, Bassanezi (2006) contextualiza a modelagem como estratégia na educação, ou melhor, estratégia para o ensino e aprendizagem da matemática que tem por maior objetivo observar o caminho seguido e as etapas de aplicação e resolução dos conteúdos matemáticos sem a obrigatoriedade de chegar a um modelo bem-sucedido.

Nesse caminho de matematização a MM pode proporcionar uma forma de construção matemática da realidade inter-relacionando aspectos teóricos e práticos e motivar o estudante a buscar a compreensão da realidade, de forma crítica, o que proporciona encontrar soluções matemáticas e práticas para transformá-la.

Nesse caminho de construção de uma concepção de MM, muitos foram os pesquisadores brasileiros em destaque: Sebastiani, Bassanezi, Gazetta, Burak, Biembengut, Caldeira, Barbosa e outros, chegando a Almeida e seus colaboradores, para quem a MM constitui-se em uma “alternativa pedagógica em que se aborda, por meio da matemática, um problema não essencialmente matemático”. Processo composto por fases relativas ao conjunto de procedimentos necessários para configuração, estruturação e resolução de uma situação-problema, reconhecidas por Bassanezi (2006) e Burak (1992) como interação-verificação,



matematização, resolução, interpretação de resultados e validação. Assim, as diferentes abordagens assumidas até o momento variam de acordo com o objetivo previsto pelo professor nos diferentes momentos de sua atuação, de sua criatividade, de sua capacidade crítica, das tecnologias digitais de que dispõe e da situação contextualizada para o estudo. No caso dos dias atuais, em função de dados da pandemia de covid-19, muita MM envolvendo o estudo de gráficos e tabelas pode ser feita se utilizando de planilhas eletrônicas, softwares e dados fornecidos pelos meios de comunicação.

Num segundo momento, foi tema de discussão da mesa uma reflexão a respeito de experiências docentes e pesquisas envolvendo MM no estado de Santa Catarina em programas de pós-graduação que fazem parte também de diferentes unidades da federação, sinalizando algumas discussões realizadas recentemente.

As experiências foram desenvolvidas desde os anos iniciais, passando pelo ensino fundamental e médio, pelo ensino técnico, pela formação de professores e ensino superior. Pesquisadores como Borges e Nehring (2008), Magnus (2012), Silveira (2014), Scheller e Biembengut (2014) e Scheller (2017), Bonotto, Scheller e Biembengut (2015), Scheller, Bonotto e Viali (2016) e Scheller et al. (2017), Tonello (2017), Scheller e Silva (2018), Horn (2018) e Bonotto, Scheller e Lima (2020) apresentaram suas contribuições para o desenvolvimento da linguagem científica e matemática na escola.

O que resultou destes estudos foram quatro eixos de pesquisas relacionadas à MM no estado de Santa Catarina, que são: (1) Compreensão das diferentes perspectivas de MM na Educação Matemática, as potencialidades e dificuldades do uso em sala de aula; (2) A MM na formação inicial e continuada de professores; (3) A MM na educação básica e em cursos técnicos; e (4) Estudos de interface entre modelagem e Linguagem Matemática.

Para amarrar a reflexão da mesa, foi proposta uma análise quanto às potencialidades e limites da MM à Educação Matemática. Nesse sentido, ao se referir à utilização da MM em qualquer nível de ensino, a discussão conduz a possibilidades de contribuição à aprendizagem matemática.

Nesse sentido, coloca-se em destaque a concepção de aprendizagem de Vergnaud (TCC), pelo fato de que existe um certo consenso entre as teorias de aprendizagem cognitivistas, porque, na proposta da MM, o desenvolvimento dos conceitos ocorre pelas interações com o mundo físico. Nesta interação com a TCC de Vergnaud a atividade é movida por interesse, curiosidade, objetivos e esquemas que o sujeito elabora e executa, compostos por elementos abstratos (regras, definições, conceitos, desejos, sentimentos) e reais (informações do meio obtidas pelos sentidos, ações físicas de tocar, mover, falar), para transitar pelos conjuntos dos



sentidos, dos invariantes e das representações, adaptando, substituindo e lapidando os conceitos. Conseqüentemente, aprender é vivenciar esse processo dinâmico de interações com o meio físico e social, demandando sentidos e representando os significados a partir de diferentes linguagens.

Neste trabalho, a MM é vista como uma representação em linguagem matemática de elementos do mundo real, que contempla as potencialidades de:

- Contextualização – que contribui para tornar a matemática mais próxima do aluno, atribuindo um caráter utilitário;

- Investigação do real com matemática – em que o ato de pesquisar o real é *crítico* no sentido lógico de argumentação fundamentada;

- Formação escolar de matemática aplicada – a MM contribui, no sentido epistemológico, à formação de uma concepção de matemática inter-relacionada com outras áreas da ciência, com foco na aplicação, na solução de problemas, na representação simbólica dos fenômenos reais e não na preocupação com a verdade das proposições matemáticas;

- Envolvimento ativo do aluno – que, ao envolver-se na investigação, tem várias oportunidades de interação com os conceitos, juntamente com colegas e professores, na resolução de problemas e construção social do conhecimento matemático.

E, para finalizar, a MM é vista como um processo de investigação, com potencialidades evidentes, tais como: a significação, a investigação do real, a concepção utilitária da matemática e o envolvimento dos alunos em uma oportunidade de construção social do conhecimento.

## REFERÊNCIAS

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

ANDRADE FILHO, B. M. **Sequência didática envolvendo modelagem matemática de transformações gasosas**: concepção, execução e análise de resultados orientada pela noção de conciliação de metas. Tese (Doutorado em Ciências da Linguagem) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão. 2020.

BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: Reunião da Anped, 24, 2001, Caxambu. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Anped, 2001.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2006.



BIEMBENGUT, M. S. 30 anos de modelagem matemática na educação brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 7-32, 2009.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem no Ensino Fundamental**. Blumenau: Edifurb, 2014.

BONOTTO, D. L.; SCHELLER, M.; BIEMBENGUT, M. S. Professores de matemática em ação: ideias de modelagem matemática a partir do tangram. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, v. 3, p. 82-91, 2015.

BONOTTO, D. L.; SCHELLER, M.; LIMA, V. M. R. Modelagem (matemática) e modelagem na educação: reflexos na e da formação continuada. **Reflexão e Ação**, v. 28, n. 1, 2020.

BORGES, P. A. P.; NEHRING, C. M. Modelagem matemática e seqüências didáticas: uma relação de complementaridade. **Bolema**, Rio Claro, v. 30, p. 131-147, 2008.

BURAK, D. Formação dos pensamentos algébrico e geométrico: uma experiência com modelagem matemática. **Pró-Mat**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 32-41, 1998.

BURAK, D. **Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

CALDEIRA, A. D. A modelagem matemática e suas relações com o currículo. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – CNMEM, 4. **Anais [...]**. Feira de Santana: UEFS, 2005. 1 CD-ROM.

GONÇALVES, J. A. **Modelagem matemática nos anos iniciais do ensino fundamental: indícios de uma proposta interdisciplinar**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/211644> . Acesso em: 13 abr. 2021.

HORN, C. A. **A aprendizagem de matemática em atividades de modelagem**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Federal da Fronteira Sul.

KLÜBER, T. E. **Uma metacompreensão da modelagem matemática na educação matemática**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação. 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/96465> . Acesso em: 13 abr. 2021.

MAGNUS, M. C. M. **Modelagem matemática em sala de aula: principais obstáculos e dificuldades em sua implementação**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina. 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/99480> . Acesso em: 13 abr. 2021.

MOREIRA, M. A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 1, p. 7-29, 2002.

PADILHA, L. M. L. **Tendências de modelagem matemática para o ensino de matemática**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Regional de Blumenau (Furb),



VIII ECEM

Encontro Catarinense de Educação Matemática

15, 16 e 17

de OUTUBRO de 2020



Blumenau. 2011. Disponível em:

[https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/FURB\\_3bf9f0ebf50badeca8634f4fa2e66e33](https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/FURB_3bf9f0ebf50badeca8634f4fa2e66e33) . Acesso em: 13 abr. 2021.

PLAISANCE, É.; VERGNAUD, G. **As ciências da educação**. São Paulo: Loyola, 2003.

SCHELLER, M. **Modelagem & linguagem científica no ensino médio**. 2017. 191 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

SCHELLER, M. **Modelagem matemática na iniciação científica**: contribuições para o ensino médio técnico. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2009.

SCHELLER, M.; BIEMBENGUT, M. S. A utilização de tecnologias digitais nos primeiros passos na arte da pesquisa: uma experiência de modelagem. **Renote**, v. 11, p. 1-11, 2014.

SCHELLER, M.; BONOTTO, D. L. Estratégias de resolução de situação-problema de modelagem matemática e o pensamento proporcional: um estudo com estudantes de pedagogia. **Amazônia**, [s. l.], v. 16, n. 36, p. 197-223, jul. 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/7704> . Acesso em: 29 mar. 2021.

SCHELLER, M. et al. Modelagem nos anos iniciais da educação básica: como os estudantes modelam situações-problema?. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 1, p. 197-217, mar. 2017. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132017000100197&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132017000100197&lng=en&nrm=iso) . Acesso em: 17 jun. 2019.

SCHELLER, M.; BONOTTO, D. L.; VIALI, L. Desenvolvimento do pensamento algébrico nos anos iniciais por meio da modelagem matemática na educação: possibilidade de utilização de linguagem simbólica. **Perspectivas da educação matemática**, v. 9, n. 1, p. 702-726, dez. 2016. Disponível em: <http://www.seer.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/2205/2265> . Acesso em: 17 jun. 2019.

SCHELLER, M.; SILVA, A. T. B. Modelagem (matemática) na educação no estágio de docência de pedagogia. **Formação Docente**, Belo Horizonte, v. 10, p. 132-156, 2018.

SILVEIRA, E. **A modelagem em educação matemática na perspectiva CTS**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2014. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/129531/327636.pdf?sequence=1> . Acesso em: 13 abr. 2021.

SILVEIRA, E.; CALDEIRA, A. D. Modelagem na sala de aula: resistências e obstáculos.

**Bolema**, Rio Claro, v. 26, n. 43, ago. 2012. Disponível em:

[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-636X2012000300012](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-636X2012000300012) . Acesso em: 13 abr. 2021.



SILVEIRA, E.; CALDEIRA, A. D.; WAGNER, G. Modelagem matemática com enfoque CTS: aproximações teóricas. **Vidya**, v. 39, n. 1, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/2656> . Acesso em: 13 abr. 2021.

TERES, S. L. L. **Em direção à educação matemática crítica**: a análise de uma experiência de modelagem pautada na investigação e no uso da tecnologia. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí. 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/194039> . Acesso em: 13 abr. 2021.

TONELLO, T. H. **Argumentação em atividades de modelagem matemática**. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Federal da Fronteira Sul.

---

[1] As teorias cognitivistas supõem que o ser humano desenvolve a cognição em um processo de maturação biológica, influenciado pelas interações com o ambiente físico, social e cultural. A formação dos conceitos, por sua vez, consiste em ciclos de formulação, transformação e adaptação dinâmica de significados sobre as coisas, mediados pela linguagem. Piaget e Vigotski foram os precursores dessas teorias e influenciaram outros tantos pesquisadores, como Gerard Vergnaud, por exemplo.

---