



AMBIENTE DE APRENDIZAGEM DE MODELAGEM MATEMÁTICA: um olhar a partir da literatura

Lucas dos Santos Guilherme
Universidade Estadual do Paraná- Campus de Campo Mourão (UNESPAR)
matematicalucas15@gmail.com

Flavia Pollyany Teodoro
Universidade Estadual do Paraná- Campus de Campo Mourão (UNESPAR)
pollyany_teodoro@hotmail.com

Resumo: A Modelagem Matemática pode ser compreendida como um *ambiente de aprendizagem*. Assim, considerando que vários aspectos podem integrar o desenvolvimento desse ambiente, buscou-se investigar, a partir da literatura, *o que tem se desenvolvido em ambiente de aprendizagem na literatura de Modelagem Matemática?* Para tanto, realizamos uma busca por teses e dissertações no banco de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Nessa pesquisa de cunho qualitativo, o processo analítico a partir da Análise de Conteúdo, revelou a emergência de três categorias: i) *Matemática como lente para a leitura da realidade*; ii) *Ensino e aprendizagem interdisciplinar* e iii) *Mobilização e promoção de qualificações discentes e docentes*. No diálogo estabelecido entre as três categorias, os diversos aspectos desenvolvidos em *ambiente de aprendizagem* apontaram para o desenvolvimento de competências tanto dos alunos quanto do professor no ensino e na aprendizagem de Matemática.

Palavras-chave: Competências. Interdisciplinaridade. Realidade. Ensino de Matemática.

Contextualizando

Na busca por ensinar e aprender Matemática de forma contextualizada, a Modelagem Matemática surge como uma proposta metodológica, que oportuniza “os alunos indagarem situações por meio da Matemática sem procedimentos fixados previamente e com possibilidades diversas de encaminhamento” (BARBOSA, 2001b, p. 5). De acordo com Barbosa (2004, p. 74) cinco argumentos são apresentados para o trabalho com Modelagem Matemática em sala de aula, a saber: “[...] motivação, facilitação da aprendizagem, preparação

para utilizar a Matemática em diferentes áreas, desenvolvimento de habilidades gerais de exploração e compreensão do papel sociocultural da Matemática”.

Esses argumentos encontram-se fundamentados em *ambiente de aprendizagem*¹ de Modelagem Matemática (BARBOSA, 2001a). Na literatura é possível encontrar uma diversidade de trabalhos que se fundamentam na construção de *ambiente de aprendizagem*, desenvolvido segundo a concepção de Matemática, de ensino e de aprendizagem de professores e pesquisadores da área. E, que, portanto, podem apresentar diferentes aspectos relativos ao trabalho com Modelagem Matemática nessa perspectiva.

Nesta direção, a fim de responder ao seguinte questionamento: *O que tem se desenvolvido em ambiente de aprendizagem na literatura de Modelagem Matemática?* Consideramos oportuno observar os encaminhamentos, reflexões e resultados de diferentes trabalhos, a fim de identificar os diferentes aspectos que constituem o *ambiente de aprendizagem* de Modelagem Matemática, para que se possa fomentar o debate e promover reflexões entre professores, pesquisadores e interessados em propor *ambiente de aprendizagem* de Modelagem Matemática, que oportunizem o desenvolvimento do aluno, do professor e do ensino e da aprendizagem de Matemática.

Na seção seguinte discorreremos sobre *ambiente de aprendizagem* de Modelagem Matemática, apresentando o referencial teórico acerca desse conceito que embasou essa pesquisa.

Ambiente de aprendizagem de Modelagem Matemática

De acordo com Barbosa (2001a, p. 31), em um *ambiente de aprendizagem* “os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade”. Esse convite ocorre no diálogo entre o professor e os alunos, como forma de envolver o aluno na atividade. Nesse ambiente sugestivo à *indagação* e *investigação* pode desenvolver atitudes críticas e reflexivas ao longo das atividades. A *indagação* é inerente à busca por um problema decorrente da situação proposta, e, que não se restringe apenas à problematização inicial, mas que permeia todo o processo de resolução (BARBOSA, 2001b).

A *investigação* por sua vez, remete a busca, escolha e organização dos dados. Esse processo não pressupõe procedimentos previamente estabelecidos, podendo desvelar-se frente a pressupostos intuitivos. Além disso, considera-se a *indagação* e *investigação* indissociáveis, visto que, elas andam na mesma direção, de modo que, “se o aluno não avança no conhecimento

¹ Neste texto optamos pelo recurso itálico para destaque do termo ambiente de aprendizagem.

das informações sobre a situação em estudo, não pode indagá-la; e vice-versa” (BARBOSA 2001b, p. 7). Esses processos não são disjuntos, mas “articulados no [...] envolvimento dos alunos para abordar a atividade proposta” (BARBOSA, 2004, p. 75). Nesse sentido, os alunos se tornam responsáveis pela construção do próprio conhecimento.

E qual é o papel do professor nesse ambiente? É o professor que planeja e orienta as práticas com Modelagem Matemática (BARBOSA, 2001), ou seja, ele “exercerá o papel de orientador dos estudos e não mais o de único responsável pela construção do conhecimento. Além disso, ele deve estar aberto ao diálogo, para compreensão das atitudes dos alunos e das produções realizadas por eles” (BUTCKE; CARVALHO; TORTOLA, 2014, p. 6). Com isso, é importante que ocorram discussões entre professor e alunos, mas o docente deve participar desse processo sem inferir opiniões para não atrapalhar no desenvolvimento dos alunos.

A configuração desse ambiente com *rotas de Modelagem*, ensejam diferentes tipos de discussões, como as *técnicas* – desenvolvimento de habilidades de resoluções de problemas aplicados; as *matemáticas* – desenvolvimento de conceitos matemáticos; e as *reflexivas* – análise crítica do modelo matemático (BARBOSA, 2007). Essas rotas combinadas ou individualizadas podem e/ou devem se orientar pelos objetivos didáticos do professor.

Ademais, Barbosa (2001a) sustenta que sua concepção está inteiramente ligada às situações reais, portanto, possui pouco interesse em situações fictícias, denominada por Skovsmose (2000) de semirrealidade. A seguir apresentamos o caminho metodológico que percorremos para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Delineamento da pesquisa

Dado o nosso objetivo de investigar o que tem se desenvolvido em *ambiente de aprendizagem* na literatura de Modelagem Matemática, realizou-se uma pesquisa de caráter qualitativo, orientada pela Análise de Conteúdo (MORAES, 1999) que se constitui em quatro etapas: *preparação das informações, unitarização ou transformação do conteúdo em unidades, categorização ou classificação das unidades em categorias, descrição e interpretação*.

A *preparação das informações* presume em “identificar as diferentes amostras de informação a serem analisadas” (MORAES, 1999, p.5). Assim, para obter os materiais a serem submetidos nesta etapa, no mês de setembro de 2021 realizamos uma busca por teses e dissertações a partir do banco de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES²), em que utilizamos os descritores: “MODELAGEM

² <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>

MATEMÁTICA” AND “AMBIENTE DE APRENDIZAGEM”. A busca resultou em 46 trabalhos, que a partir de uma leitura rápida dos resumos, e por vezes, ao corpo do texto, para identificação da construção de *ambiente de aprendizagem* de Modelagem Matemática (BARBOSA, 2001a) levou a seleção de 27 trabalhos. O Quadro 1, a seguir, mostra os títulos dos trabalhos selecionados e seus respectivos autores.

Título	Autores
Modelagem matemática como ambiente de aprendizagem de estatística na Educação Básica	Machado (2017)
Modelagem Matemática como Ambiente de Aprendizagem de Conteúdos Algébricos no 9º Ano do Ensino Fundamental	Santos (2014)
Ensino e Aprendizagem de Estatística por meio da Modelagem Matemática: uma investigação com o ensino médio	Andrade (2008)
Modelagem Matemática e Tecnologias de Informação e Comunicação como ambiente para abordagem do conceito de Função segundo a Educação Matemática Crítica	Ferreira (2013)
Modelagem Matemática: uma proposta para o ensino de Estatística	Batista (2013)
Construção do conceito de função em um ambiente de modelagem matemática: estudo da renda de uma associação de reciclagem de resíduos sólidos	Pagung (2016)
Calor e temperatura no ensino médio: uma abordagem via modelagem matemática na perspectiva sociocrítica	Nascimento (2017)
Princípio fundamental da contagem e modelagem matemática nos anos finais do ensino fundamental	Batista (2020)
Modelagem Matemática e introdução da função afim no ensino fundamental	Schonardie (2011)
Construção do pensamento matemático das noções de discreto e contínuo no ambiente da Modelagem Matemática	Sousa (2015)
Modelagem matemática e o conhecimento reflexivo: um estudo a partir da captação da água da chuva	Littig (2016)
Educação estatística sob a perspectiva sociocrítica da modelagem matemática: uma proposta para o ensino médio	Lima (2015)
A utilização da experimentação no ensino de física: modelando um ambiente de aprendizagem	Batista (2009)
Modelagem Matemática na iniciação científica: contribuições para o ensino médio técnico	Scheller (2009)
Aplicação de atividades de modelagem matemática na construção de sequências didáticas contextualizadas na astronomia	Carvalho (2018)
Um estudo de caso: a utilização de princípios da modelagem matemática como estratégia viabilizadora de um ambiente de aprendizagem mais significativo aos alunos	Albuquerque (2011)
A Modelagem Matemática no ensino médio: uma proposta para problematizar o tema fabricação de refrigerantes	Costa (2015)
Alunos em ambientes de modelagem matemática: caracterização do envolvimento a partir da relação com background e o foreground	Campos (2013)
Um estudo sobre a criatividade em um ambiente de aprendizagem de modelagem matemática	Giraldi (2020)
Discussões matemáticas de jovens e adultos em um ambiente de aprendizagem	Silva (2018)
Reflexos da construção de um ambiente de aprendizagem baseado na modelagem matemática no desenvolvimento do autoconceito acadêmico em Matemática	Lima (2019)
A participação de jovens e adultos em um ambiente de modelagem matemática	Bispo (2010)

Modelagem Matemática: contribuições para a formação inicial de professores de matemática	Santos (2012)
Modelagem matemática e mobilização de conhecimentos didático-matemáticos na formação continuada de professores dos anos iniciais	Ribeiro (2016)
Modelagem matemática como um ambiente de aprendizagem para o desenvolvimento de competências em modelagem matemática de um grupo de estudantes ao transformar uma brincadeira em uma prática esportiva	Soares (2018)
Aprendizagens sobre modelagem matemática em uma comunidade de prática de futuros professores de matemática	Braz (2017)
Possibilidades e limites vivenciados por uma professora em sua primeira experiência com modelagem na educação matemática	Silva (2012)

Quadro 1 – Identificação dos trabalhos selecionados

Fonte: os autores

Seguinte à etapa de *preparação*, com vistas à etapa da *unitarização*, realizou-se uma leitura cuidadosa dos resumos e considerações finais dos trabalhos para a definição das *unidades de análises*, compostas por palavras e frases (excertos). Para melhor entendimento de termos ou definições específicas recorreu-se ao corpo do texto.

Após a unitarização, organizamos as unidades de contexto, que são mais amplas que as unidades de análise, e que fazem com que essas unidades de análise não fujam de seu contexto original. Em seguida, realizamos o processo de *categorização* que consiste em “[...] agrupar dados considerando a parte comum existente entre eles” (MORAES, 1999, p. 6). Neste processo, três categorias emergiram, a saber: *i) Matemática como lente para a leitura da realidade; ii) Ensino e aprendizagem interdisciplinar; e iii) Mobilização e promoção de qualificações discentes e docentes.*

Para a *descrição*, foi realizado um texto síntese de cada categoria, a fim de expressar os significados de cada unidade de análise, apresentados na seção “O desenvolvimento de *ambientes de aprendizagem*”. No processo de *interpretação* que denota uma compreensão acentuada do conteúdo analisado, apresentada na seção “Algumas reflexões”, discutimos os aspectos que foram desenvolvidos em *ambiente de aprendizagem*, buscando dialogar com formas de propô-lo. Na seção a seguir, apresentamos as descrições de cada categoria emergente.

Desenvolvimento de ambiente de aprendizagem

Nesta seção, apresentamos as três categorias emergentes do nosso estudo, a saber: *i) Matemática como lente para a leitura da realidade; ii) Ensino e aprendizagem interdisciplinar; iii) Mobilização e promoção das qualificações discentes e docentes.* Para auxiliar na descrição das categorias, por vezes, serão utilizados excertos (unidades de análise) com destaque em itálico.

i) *Matemática como lente para a leitura da realidade*

Nesta categoria apresentamos a possibilidade de olhar para a realidade por meio da Matemática. É possível encontrar na literatura de Modelagem Matemática diversos trabalhos que consideram a Matemática como ferramenta para analisar ou conhecer a realidade (MACHADO, 2017; SANTOS, 2014; ANDRADE, 2008; FERREIRA, 2013; LIMA, 2015). Esses trabalhos, frutos da prática com Modelagem Matemática como *ambiente de aprendizagem*, não possuem foco somente na abordagem e aprendizagem de conteúdos matemáticos, mas também no papel da Matemática para uma formação crítica, reflexiva, cidadã dos alunos, ou seja, esses trabalhos revelam aspectos que podem contribuir para o desenvolvimento da “*capacidade de problematização e investigação, de participação crítica e ativa na sociedade e de comprometimento com a construção de uma sociedade mais justa*” (FERREIRA, 2013, p. 187).

O desenvolvimento dessas habilidades se torna importante para a leitura da realidade, visto que no *ambiente de aprendizagem* de Modelagem Matemática “*os alunos têm a oportunidade de vivenciar a matemática no cotidiano e, mais do que isso, são conduzidos a se posicionar em discussões reais amparadas na matemática*” (LITTIG, 2016, p. 111). Contudo, no trabalho com Modelagem Matemática é fundamental que o aluno aceite o convite para participar desse ambiente, “*visto que aceitar o convite se caracteriza também pelo envolvimento dos alunos em indagar e investigar a situação*” (NASCIMENTO, 2017, p. 52).

A aceitação do convite por parte dos alunos também depende que seus interesses estejam alinhados aos do professor, pois nesse ambiente a construção do conhecimento ocorre numa “*atitude conjunta professor-aluno*” (NASCIMENTO, 2017, p. 17), em que o professor exerce o papel de orientador e o aluno de investigador. Assim, aprendem juntos (SCHONARDIE, 2011).

Para a leitura da realidade, revela-se importante considerar os conhecimentos prévios dos alunos, pois eles servem como um suporte para a aprendizagem. Nas aulas, a “*valorização dos indivíduos enquanto sujeitos da aprendizagem e de formas de conhecimento prévio extraídas de seu meio cultural*” (PAGUNG, 2016, p. 113) pode proporcionar maior interação entre eles, revelando uma capacidade de cooperação, o que pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento matemático (SOUSA, 2015).

Além disso, a Matemática na leitura da realidade, encontra-se amparada no uso de tecnologias digitais visto que hoje em dia, as tecnologias estão cada vez mais presentes na vida das pessoas, ou seja, elas “*representam ferramentas importantes na sociedade atual, que*

privilegia a informação” (FERREIRA, 2013, p. 61). Por meio da internet e de outras mídias digitais, os alunos conseguem expressar ideias e se comunicar, e com o auxílio da Matemática podem utilizar as tecnologias como instrumentos para conhecer suas realidades. O uso da internet também pode favorecer os alunos em pesquisas sobre suas realidades no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática (FERREIRA, 2013).

No trabalho com Modelagem Matemática, a escolha do tema necessita ser endereçada ao aluno, ou seja, *“por meio de situações reais vivenciadas pelos alunos”* (BATISTA, 2020, p. 73), para que ele possa refletir ou mesmo intervir sobre sua realidade, a partir da leitura dessa realidade feita por meio da Matemática. Isso fica evidente em trabalhos como de Santos (2014), em que os alunos conseguiram relacionar a Matemática com questões referente à sua realidade (Brejo paraibano), e em Littig (2016), em que os alunos conseguiram desenvolver um conhecimento reflexivo em relação ao tema captação da água da chuva para irrigar um jardim sustentável. Isso porque eles tiveram oportunidades de estudar suas realidades.

Em ambos os trabalhos, os autores trataram de assuntos que envolviam o contexto social dos alunos, ou seja, que relacionavam a Matemática com o cotidiano dos alunos. Daí fazer sentido que a *“medida que os alunos veem significado à Matemática, veem a Matemática sendo aplicada em situações da sua realidade, [...] o interesse por sua aprendizagem aumenta”* (MACHADO, 2017, p. 136), pois os alunos aprendem a *“dar um novo significado aos conteúdos”* (SANTOS, 2014, p. 92), o que contribui para a sua formação sociocrítica, ou seja, para o desenvolvimento da compreensão sobre *“aspectos críticos, da consciência da seriedade de sua participação na sociedade”* (BATISTA, 2013, p. 8).

Ademais, além dos aspectos observados que foram desenvolvidos no *ambiente de aprendizagem* de Modelagem Matemática como: a interação do professor com o aluno; o uso de tecnologias; a escolha do tema endereçada ao aluno; a valorização do conhecimento prévio. O desenvolvimento de habilidades, tais como: *“a capacidade crítica, a autonomia, o espírito de cooperação, o desenvolvimento do raciocínio, a experiência com novas tecnologias, as significações da matemática”* (MACHADO, 2017, p. 136), também favoreceram a leitura da realidade por meio da Matemática e possibilitam aos alunos uma formação sociocrítica.

Assim, é importante que os alunos possuam esse tipo de formação, ou seja, que consigam entender a realidade em que vivem, uma vez que isto pode refletir em sua participação e transformação da sociedade na qual estão inseridos.

ii) *Ensino e aprendizagem interdisciplinar*

Nesta categoria apresentamos o *ambiente de aprendizagem* de Modelagem Matemática desenvolvido de forma interdisciplinar, revelando possibilidades e desafios do professor ao ensinar e do aluno ao aprender de forma interdisciplinar.

A interdisciplinaridade pode ser entendida como uma proposta de ensino que busca relacionar diversas temáticas (biológicas, históricas, socioculturais, entre outras) com a Matemática (MALHEIROS, 2004). Essa forma de ensino é apresentada por Albuquerque (2011, p. 49), na relação feita entre a Matemática e as disciplinas técnicas do curso de Agropecuária Orgânica, com o intuito de viabilizar “*um ambiente mais significativo aos alunos*” ao estabelecer relações entre as diferentes áreas do conhecimento. De acordo com Albuquerque (2011), é importante reflexões sobre o papel da Matemática como parte do ensino técnico, visto que esse processo pode objetivar “*duas tarefas de ensinar para a vida e para o trabalho*” (ALBUQUERQUE, 2011, p. 48).

Contudo, no trabalho interdisciplinar, apesar dos alunos demonstrarem grande interesse no tema de estudo, ao surgir a Matemática no processo investigativo, pode gerar certo desinteresse por parte deles. Isso é revelado no trabalho de Albuquerque (2011, p. 48), em que a manifestação da Matemática fez com que os alunos se mostrassem “*mais questionadores quanto a real utilidade da Matemática em disciplinas do ensino técnico*”, pois se sentiram mais seguros na aprendizagem das disciplinas técnicas do que na Matemática. Logo, é importante tornar a “*Matemática mais útil e atraente*” (ALBUQUERQUE, 2011, p. 48) aos alunos para que ocorra uma aprendizagem interdisciplinar, e também para que possa superar essas inseguranças em torno da Matemática.

Tal insegurança pode refletir na mudança de postura tanto do aluno, quanto do professor. No trabalho de Scheller (2009, p. 7) podê-se observar uma mudança discente de postura em que “*a ausência de definição de conceitos a priori, utilizados na elaboração dos modelos, gerou insegurança nos alunos*”. Também em Scheller (2009), o julgamento errôneo do professor interferiu em sua postura, pois ele supôs que os alunos não conseguiriam compreender e utilizar os métodos estatísticos, gerando certa insegurança em sua atuação. Dessa forma, ponderamos que a maneira como o professor propõe esse ambiente e os alunos se envolvem, pode gerar desafios e obstáculos no ensino interdisciplinar.

Nesta direção, se torna importante que os alunos despertem interesse em participar, e que tanto eles, quanto o professor, se familiarizem com o trabalho interdisciplinar, a fim de superar as inseguranças, podendo ainda reduzir o surgimento de obstáculos. Assim, para que determinados trabalhos interdisciplinares sejam realizados, é essencial considerar a maneira como o *ambiente de aprendizagem* é planejado, seja em relação ao conhecimento do tema

abordado, ao tempo a ser utilizado, ao uso de recursos tecnológicos, e ainda, a diminuição de aulas expositivas, dando lugar a aulas mais dinâmicas/participativas (BATISTA, 2009).

Com isso, o professor possui um importante papel, pois *“além do caráter motivador, o professor precisa querer trabalhar com este tipo de ambiente, muitas vezes abandonando sua prática atual”* (SCHELLER, 2009, p. 101). Essa conduta do professor pode refletir na atuação dos alunos, que motivados e familiarizados com esses ambientes podem tornar *“todo o processo de elaboração mais expressivo em termos de aprendizagem matemática”* (SCHELLER, 2009, p. 7).

Dentre as formas de planejamento do *ambiente de aprendizagem* interdisciplinar, encontram-se atividades experimentais em aulas de física, com vistas a promoção do *“interesse dos alunos por situações problematizadoras do seu cotidiano”* (BATISTA, 2009, p. 72). Esta forma de ensino interdisciplinar pode ainda subsidiar *“a construção do conceito científico que pôde ser verificada por meio da articulação entre a experimentação e a expressão oral/escrita”* (BATISTA, 2009, p. 72). Isso em razão do planejamento de um ambiente interdisciplinar, que permitiu a articulação entre diferentes áreas do conhecimento, como a Matemática e a Física.

O ensino interdisciplinar também pode ser desenvolvido como sequência didática (SD), que *“possibilita a organização de tarefas e o encadeamento dos passos e etapas ligadas entre si”* (CARVALHO, 2018, p. 11), ou seja, que pode tornar o processo de ensino e de aprendizagem mais significativo aos sujeitos envolvidos. Em Carvalho (2018) a utilização da sequência didática foi importante para a aprendizagem dos alunos na articulação entre saberes da Astronomia e da Matemática. A autora no papel de professora, ainda revelou que a SD oportunizou *“momentos de prazer e satisfação profissional que, somados à boa participação dos alunos, fez-nos refletir sobre a nossa prática pedagógica”* (CARVALHO, 2018, p. 44).

Em consonância, o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática de forma interdisciplinar entre Matemática e outras ciências, pode fazer com que o aluno *“desenvolva autonomia no entendimento do mundo e perceba as inter-relações existentes entre os diferentes campos de estudo das ciências”* (CARVALHO, 2018, p. 1), conforme observado em Costa (2015). O trabalho com Modelagem Matemática proporcionou um estudo interdisciplinar e permitiu reflexões aos alunos sobre às disciplinas de Química, Física e Biologia, ao problematizarem sobre o tema fabricação de refrigerantes.

O trabalho interdisciplinar também se apresenta favorável aos estudos desenvolvidos em Iniciação Científica (IC), pois a pesquisa científica pode oferecer *“condições para a elaboração e aprofundamento de conhecimentos científicos e tecnológicos”* (SCHELLER, 2009, p. 48). Assim, oportuniza uma integração entre diferentes áreas do conhecimento. No

trabalho de Scheller (2009), buscou-se realizar o trabalho de Iniciação Científica para o estudo de um tema da área de zootecnia por meio da Modelagem Matemática, promovendo um ensino interdisciplinar para oferecer ao aluno um aprendizado com significado.

Diante do apresentado, observamos que o *ambiente de aprendizagem* de Modelagem Matemática vantajoso ao ensino e a aprendizagem interdisciplinar, potencializa: a motivação dos alunos; a promoção da expressão oral e escrita do aluno; o desenvolvimento de habilidades gerais de exploração e investigação; promoção à atribuição de significados aos conceitos e elementos de outras ciências (BATISTA, 2009). Contudo, mesmo oportuno para o ensino interdisciplinar, esse ambiente pode ser “*instável*” (ALBUQUERQUE, 2011), por se tratar de uma prática diferente do que os alunos estão habituados e por trazer relações com a Matemática, muitas vezes difíceis de serem relacionadas pelos alunos. Assim, é imprescindível a constância de atividades dessa natureza, e parceria com outros professores, para que se possa articular a Matemática no estudo com outras áreas.

iii) *Mobilização e promoção de qualificações discentes e docentes*

Nesta categoria apresentamos as qualificações - ação ou efeito de qualificar (MICHAELIS, 2015) do professor desenvolvidas em *ambiente de aprendizagem* referentes à sua formação (conhecimentos pedagógicos no trabalho com Modelagem Matemática) que pode ser possibilitada por meio desse ambiente, assim como suas ações em sala de aula, e ainda, as qualificações do aluno, em relação ao seu envolvimento e desenvolvimento nesse ambiente.

Em *ambiente de aprendizagem* de Modelagem Matemática, o envolvimento dos alunos pode ser influenciado por diversos fatores. Segundo Campos (2013, p. 7), o “*background e foreground* dos alunos interfere na maneira como eles se envolvem nesse *ambiente de aprendizagem*”. O *background* tem referência às origens da história de vida de um indivíduo, enquanto o *foreground* corresponde às visões do indivíduo em relação ao futuro (SKOVSMOSE, et. al, 2009). Assim, é perceptível a dependência desses dois conceitos, visto que “*não seria possível perspectivar algo para o futuro, sem que isso seja influenciado pelo que uma pessoa já viveu*” (CAMPOS, 2013, p. 47). Com isso, é importante considerar os conhecimentos prévios dos alunos, uma vez que eles podem servir de subsídio para aprender novos conhecimentos.

O professor atribuir ao aluno a escolha do tema, pode oferecer maior estímulo de envolvimento nesse ambiente, visto que as atividades de Modelagem podem favorecer a aprendizagem dos alunos, “*porque eles são motivados pela abordagem de situações relacionada com seus interesses*” (CAMPOS, 2013, p. 43). Nessa direção, as ações do professor

são um dos fatores que podem favorecer a criatividade dos alunos em *ambiente de aprendizagem* de Modelagem Matemática, pois ele “*é a peça chave para construir um ambiente criativo, uma vez que ele pode ou não permitir a liberdade de expressar ideias em sala de aula*” (GIRALDI, 2020, p. 5). À medida em que o aluno se envolve com a atividade, a sua criatividade pode se manifestar.

Assim como a criatividade, é possível que o aluno desenvolva seu autoconceito acadêmico. Segundo Burns (1986), o autoconceito pode ser entendido como a visão que o indivíduo possui sobre si mesmo, do que consegue fazer, do que os outros pensam dele e a forma como ele gostaria de ser. O Autoconceito pode influenciar no desempenho escolar dos alunos, logo “*desenvolver o autoconceito torna-se uma variável importante, pois ela afeta a construção do conhecimento em sala de aula*” (LIMA, 2019, p. 106). A construção de *ambiente de aprendizagem* de Modelagem Matemática pode contribuir para que o aluno desenvolva uma visão positiva sobre seu próprio conhecimento, podendo provocar melhoria no seu desempenho e na sua relação com a Matemática.

Nesse *ambiente de aprendizagem* também é possível identificar ações realizadas pelos alunos que envolvem “*o raciocínio e a utilização de estratégias diversas que os tornaram competentes para entender a situação-problema dada*” (SOARES, 2018, p. 7). É interessante estimular o desenvolvimento dessas ações nesse ambiente, pois o processo em que os alunos descrevem suas estratégias utilizadas em uma determinada atividade, pode revelar a forma como eles pensam e raciocinam. O desenvolvimento dessas habilidades também pode ocorrer por meio das interações. Conforme releva Santos (2012, p.6), “*os alunos construíram novos conhecimentos a partir da interação com seus pares e com a professora*”, desenvolvendo habilidades como o raciocínio lógico, a comunicação e a resolução de problemas.

As interações ocorridas em *ambiente de aprendizagem* sugerem um avanço no processo de aprendizagem, conforme desenvolvidas em Comunidades de Práticas (CoP) - local em que pessoas se reúnem para aprender sobre algo que é de comum interesse, por meio de relações sociais entre seus membros (BRAZ, 2017). Em outras palavras, local aonde os seus membros interagem negociando significados, discutindo e refletindo sobre um determinado assunto, em que eles precisam participar para que haja aprendizagem (WENGER, 1998).

O envolvimento dos alunos é também compreendido com base em suas participações, a partir de *discussões matemáticas* em *ambiente de aprendizagem* de Modelagem Matemática. Segundo Silva (2018, p. 6), essas discussões se referem “*aos conceitos e às ideias ou procedimentos matemáticos pertencentes à disciplina Matemática*”. Silva (2018) destaca o ensino da EJA (Educação de Jovens e Adultos), com discussões matemáticas suscitadas e

reveladas pela “*combinação de saberes*” (SILVA, 2018, p. 99), que são adquiridos a partir da trajetória de vida dos alunos (pessoal ou profissional), ou seja, experiências dentro e fora do contexto escolar.

Assim, para entender a participação de alunos nessas formas de discussões é necessário compreender a “transferência” desenvolvida por eles (BISPO, 2010), ou seja, a articulação feita entre a Matemática e as situações estudadas e/ou experienciadas. De acordo com Bispo (2010, p. 24), a transferência ocorre “*quando um indivíduo consegue usar conhecimento escolar em situações da vida diária, ou explorar experiências vividas para realizar tarefas escolares*”. Através da transferência é possível “*envolver o aluno na tarefa de modelagem, dando oportunidade para que o mesmo compartilhe suas experiências não-escolares, mobilizadas na participação dos alunos nesse ambiente de aprendizagem*” (BISPO, 2010, p. 6).

Destarte, *ambiente de aprendizagem* não suscitam somente condições para o desenvolvimento discente, mas também oferecem condições para ações e formações docente. A primeira experiência do professor com o trabalho de Modelagem Matemática pode ser difícil e desafiadora, seja pela ausência de conhecimentos pedagógicos, ou pela insegurança, reveladas nos “*momentos de tensão com a imprevisibilidade que o trabalho com modelagem gera e com a dificuldade em lidar com o tempo*” (SILVA, 2012, p. 86).

Essas questões de imprevisibilidade e de tensões são comuns e características no trabalho com Modelagem Matemática. Desse modo, cabe ao professor “*amadurecer no sentido de ter maior facilidade em lidar com essas tensões, ainda que sejam variáveis*” (SILVA, 2012, p. 89). Assumir uma postura investigativa da sua própria prática, pode auxiliar nesse amadurecimento.

Outro aspecto importante para a formação do professor é o conhecimento didático-matemático (CDM), modelo proposto por Godino (2009), que se caracteriza enquanto conjunto de conhecimentos que o professor de Matemática precisa possuir na prática de sala de aula. Esse conhecimento didático-matemático pode ser observado no trabalho de Ribeiro (2016, p. 8), que revela que o *ambiente de aprendizagem* possibilitou debates “*que permitiram a mobilização de conhecimentos em uma variedade de contextos da prática*”. Isto é, o *ambiente de aprendizagem* oportunizou discussões e reflexões acerca do conhecimento didático-matemático, possibilitando uma promoção da prática docente. Esta promoção pode referir-se aos conhecimentos matemáticos do professor, à sua forma de interação com os alunos, e até mesmo à sua capacidade de lidar com questões emocionais dos alunos.

Ademais, *ambiente de aprendizagem* constituídos em Comunidades de Prática (CoP), podem ainda ser favorável à formação do professor inicial com Modelagem Matemática, com

trocas de significados que auxiliem em suas práticas, ou seja, “*de modo que uma prática compartilhada entre esses membros sustente suas ações*” (BRAZ, 2017, p. 8).

Diante do apresentado é observável a construção de *ambiente de aprendizagem* de Modelagem Matemática com vistas ao desenvolvimento de ações discentes e docentes que suscitem um processo de ensino e de aprendizagem da Matemática com significado àquele que ensina e àquele que aprende. A seguir apresentamos algumas considerações sobre o estudo realizado.

Algumas reflexões

Na busca por responder a nossa questão de pesquisa: *o que tem se desenvolvido em ambiente de aprendizagem na literatura de Modelagem Matemática?* voltamos nossos olhares sobre aspectos que caracterizam o *ambiente de aprendizagem* durante o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática.

No movimento de análise observamos a necessidade de planejamento na construção de *ambientes de aprendizagens*, e a familiarização do professor e dos alunos, visto que esses ambientes podem se mostrar desafiadores e imprevisíveis. Acreditamos que este planejamento esteja ligado às competências do professor e dos alunos, que podem ser identificadas como sendo suas ações, discussões, e até mesmo, a sua formação nesse ambiente, que acabam refletindo diretamente no desenvolvimento do *ambiente de aprendizagem*. Essas competências são capacidades e/ou habilidades requeridas e desenvolvidas para fazer Modelagem Matemática no desenvolvimento de atividades (LORIN, 2015). É possível observar essas competências necessárias em meio à emergência das três categorias.

Na análise feita das três categorias, compreendemos que a construção do conhecimento é bastante dependente da interação entre professor e alunos. É de competência do professor convidar, mediar e orientar os alunos durante o desenvolvimento de atividades no *ambiente de aprendizagem* de Modelagem Matemática, para que eles se sintam mais curiosos, seguros e motivados a participar dessas atividades. Essa forma de envolvimento pode suscitar condições favoráveis de aprendizagem.

Todavia, para o desenvolvimento dessas condições favoráveis, o professor necessita de conhecimento e planejamento ao propor e organizar o *ambiente de aprendizagem*, seja em relação ao tempo, a escolha da temática, ao uso de tecnologias, ou mesmo as ações de encaminhamentos necessárias em seu fazer pedagógico. Daí a relevância em ponderar sobre a familiarização docente (e também discente) no trabalho com Modelagem Matemática.

Para que o professor tenha formação em relação ao trabalho com a Modelagem Matemática, pode recorrer às Comunidades de Prática para a troca de conhecimentos e experiências entre professores, ou a pesquisas como esta, que buscou identificar os aspectos desenvolvidos em *ambiente de aprendizagem*. Comunidades de prática são ambientes privilegiados à formação em Modelagem Matemática com vistas à aprendizagem sobre a prática pedagógica com Modelagem Matemática (BRAZ, 2017, TEODORO, 2022).

Além das competências do professor, os alunos devem ser competentes em suas ações e discussões em *ambiente de aprendizagem* de Modelagem Matemática, uma vez tornado protagonistas do seu processo de aprendizagem. Essas competências discentes podem ser caracterizadas como a forma com que os alunos se envolvem e participam em *ambiente de aprendizagem*, por meio de discussões, reflexões e investigações, que considerem suas vivências, seus conhecimentos prévios e sua criatividade.

Desse modo, a partir desse envolvimento, os alunos assumem uma postura ativa no processo de aprendizagem e é possível que eles consigam desenvolver competências no *ambiente de aprendizagem*, tais como a capacidade crítica, intelectual e autônoma. Consideramos importante o desenvolvimento dessas competências, visto que elas contribuem para uma formação sociocrítica do aluno, ao oportunizar reflexões sobre o papel social da Matemática, permitindo a eles analisar e conhecer a realidade, por meio da Matemática. Em outras palavras, para que eles possam usar a Matemática como lente para uma leitura crítica e reflexiva das situações estudadas.

Por fim, ponderamos que no *ambiente de aprendizagem* de Modelagem Matemática tem se desenvolvido *competências* tanto dos alunos, quanto do professor que podem refletir no processo de ensino e de aprendizagem de Matemática.

Referências

ALBUQUERQUE, E. C. B. S. **Um estudo de caso: a utilização de princípios da modelagem matemática como estratégia viabilizadora de um ambiente de aprendizagem mais significativo aos alunos**. 2011, 1 f. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2011.

ANDRADE, M. M. **Ensino e Aprendizagem de Estatística por meio da Modelagem Matemática: uma investigação com o ensino médio**. 2008, 193 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2008.

BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores.** 2001a. 253 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2001a.

BARBOSA, J. C. **Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico.** In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. *Anais...* Rio Janeiro: ANPED, 2001b. 1 CD-ROM.

BARBOSA, J. C. Modelagem matemática: O que é? Por que? Como? **Veritati**, n. 4, p. 73-80, 2004.

BARBOSA, J. C. A prática dos alunos no ambiente de Modelagem Matemática: o esboço de um framework. In J. C. Barbosa, A. D. Caldeira, e J. L. Araújo (Eds.), **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais** (p.161-174). Recife, Brasil: SBEM, 2007.

BATISTA, M. C. **A utilização da experimentação no ensino de física: modelando um ambiente de aprendizagem.** 2009, 84 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

BATISTA, P. R. **Modelagem Matemática: uma proposta para o ensino de Estatística.** 2013, 113 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Rio de Janeiro, 2013.

BATISTA, M. S. **Princípio fundamental da contagem e modelagem matemática nos anos finais do ensino fundamental.** 2020, 85 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

BISPO, J. S. G. **A participação de jovens e adultos em um ambiente de modelagem matemática.** 2010, 108 f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

BRAZ, B. C. **Aprendizagens sobre modelagem matemática em uma comunidade de prática de futuros professores de matemática.** 2017, 253 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.

BUTCKE, D. A. P.; CARVALHO, M. E. R. F.; TORTOLA, E. **Descobrimo o número do calçado à luz da Modelagem Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental.** Anais eletrônicos do VI Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática. Curitiba – PR, 2014.

CAMPOS, I. S. **Alunos em ambientes de modelagem matemática: caracterização do envolvimento a partir da relação com background e o foreground.** 2013, 204 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

CARVALHO, C. S. S. **Aplicação de atividades de modelagem matemática na construção de seqüências didáticas contextualizadas na astronomia.** 2018, 71 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Astronomia) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2018.

COSTA, M. D. A. **Modelagem Matemática no ensino médio: uma proposta para problematizar o tema fabricação refrigerantes**. 2015, 115 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Científico e Tecnológico) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Santo Ângelo, 2015.

FERREIRA, N. S. **Modelagem Matemática e as Tecnologias de Informação e Comunicação como ambiente para abordagem do conceito de função segundo a Educação Matemática Crítica**. 2013, 243 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

GIRALDI, O. C. P. **Um estudo sobre a criatividade em um ambiente de aprendizagem de modelagem matemática**. 2020, 143 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

GODINO, J. D. Categorías de análisis de los conocimientos del profesor de matemáticas. **Revista Iberoamericana de Educación Matemática**. n. 20, p. 13-31, 2009. Disponível em: <http://www.ugr.es/~jgodino/eos/JDGodino%20Union_020%202009.pdf>. Acesso em: 20 de setembro de 2021.

LITTIG, J. **Modelagem matemática e o conhecimento reflexivo: um estudo a partir da captação da água da chuva**. 2016, 136 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Vitória, 2016.

LIMA, E. O. P. **Educação estatística sob a perspectiva sociocrítica da modelagem matemática: uma proposta para o ensino médio**. 2015, 107 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Vitória, 2015.

LIMA, T. S. **Reflexos da construção de um ambiente de aprendizagem baseado na modelagem matemática no desenvolvimento do autoconceito acadêmico em Matemática**. 2019, 130 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Vila Velha, 2019.

LORIN, A. P. Z. **Competências dos alunos em atividades de modelagem matemática**. 2015, 164 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

MACHADO, M. B. **Modelagem matemática como ambiente de aprendizagem de estatística na Educação Básica**. 2017, 155 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

NASCIMENTO, R. D. **Calor e temperatura no ensino médio: uma abordagem via modelagem matemática na perspectiva sociocrítica**. 2017, 108 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Vitória, 2017.

PAGUNG, C. M. D. **Construção do conceito de função em um ambiente de modelagem matemática: estudo da renda de uma associação de reciclagem de resíduos sólidos.** 2016, 133 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Vila Velha, 2016.

RIBEIRO, R. M. **Modelagem matemática e mobilização de conhecimentos didáticos-matemáticos na formação continuada de professores dos anos iniciais.** 2016, 263 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.

SANTOS, L. R. **Modelagem Matemática: contribuições para a formação inicial de professores de matemática.** 2012, 74 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática) - Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, 2012.

SANTOS, C. M. S. C. dos. **Modelagem Matemática como Ambiente de Aprendizagem de Conteúdos Algébricos no 9º Ano do Ensino Fundamental.** 2014, 187 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

SCHELLER, M. **Modelagem Matemática na iniciação científica: contribuições para o ensino técnico médio.** 2009, 229 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SCHONARDIE, B. S. S. **Modelagem Matemática e introdução da função afim no Ensino Fundamental.** 2011, 129 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SILVA, A. C. **Possibilidades e limites vivenciados por uma professora em sua primeira experiência com modelagem na educação matemática.** 2012, 113 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

SILVA, L. I. A. **Discussões matemáticas de jovens e adultos em um ambiente de aprendizagem de modelagem matemática.** 2018, 118 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

SKOVSMOSE, O. **Cenários de investigação.** *Bolema – Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, n. 14, pp. 66-91, 2000.

SKOVSMOSE, O. et. al. “Antes de dividir temos que somar”: ‘entre-vistando’ foregrounds de estudantes indígenas. *Bolema - Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, n. 34, p. 237-262, 2009.

SOARES, R. B. **Modelagem matemática como um ambiente de aprendizagem para o desenvolvimento das competências em modelagem matemática de um grupo de estudantes ao transformar uma brincadeira em uma prática esportiva.** 2018, 267 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

SOUSA, V. M. L. **Construção do pensamento matemático das noções de discreto e contínuo no ambiente da Modelagem Matemática.** 2015, 71 f. Dissertação (Mestrado

Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.

TEODORO, F. P. **Aprendizagens sobre a prática pedagógica com Modelagem Matemática em uma comunidade de prática de professoras dos anos iniciais.** 2022. 247 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) –Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá, 2022.

WENGER, E. **Communities of Practice: Learning, Meaning, And Identity.** New York: Cambridge University Press, 1998.