

# OS SABERES DOCENTES MOBILIZADOS EM ATIVIDADES DE MODELAGEM NAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Rosi Kelly Regina Marmitt<sup>1</sup>  
Danusa de Lara Bonotto<sup>2</sup>

## RESUMO

Este artigo apresenta resultados de pesquisa qualitativa desenvolvida com um grupo de professoras participantes do programa de extensão “Ciclos Formativos em Ensino de Ciências e Matemática”, o qual tem a seguinte questão norteadora: De que forma os saberes docentes são mobilizados e transformados durante o envolvimento das professoras em atividades de Modelagem nas Ciências e Matemática (MCM)? Para a constituição dos dados empíricos utilizamos os diários referentes aos encontros de formação continuada de seis professoras de Matemática e os diários de planejamento das atividades de MCM. A análise do material segue os procedimentos da Análise Textual Discursiva, por meio da qual reconhecemos a emergência de três categorias: 1) *avaliações sobre o processo de MCM*, as quais denotam a ausência do saber da formação profissional ante o conhecimento do processo de modelagem e a transformação desse saber ao longo da formação; 2) *o fazer MCM*, no qual há predomínio do saber disciplinar e a compreensão de que o processo de modelagem possibilita relações interdisciplinares; 3) *a transição para a sala de aula*, na qual o amálgama dos diferentes saberes constituintes da profissão docente é posto em evidência. Sinalizamos que as categorias textualizam elementos que denotam marcas de desenvolvimento profissional das professoras em formação.

**Palavras-chave:** formação continuada; desenvolvimento profissional; constituição docente.

## TEACHING KNOWLEDGE MOBILIZED IN MODELING ACTIVITIES IN SCIENCES AND MATHEMATICS

### ABSTRACT

This article presents the results of qualitative research, developed with a group of teachers participating in the extension program ‘Formative Cycles in Science and Mathematics Teaching’, which has a guiding question: how are teachers knowledge mobilized and transformed during the involvement of teachers in Modeling in Science and Mathematics (MCM) activities. For the constitution of the empirical data, we used the diaries referring to the continuing education meetings of six Mathematics teachers and the planning diaries of MCM activities. The analysis of the material follows the procedures of Textual Discursive Analysis, through which, we recognize the emergence of three categories: 1) *evaluations on the MCM process*, which denote the absence of knowledge of professional training compared to knowledge of the modeling process and the transformation of this knowledge throughout training; 2) *doing MCM*, in which there is a predominance of disciplinary knowledge and the understanding that the modeling process enables interdisciplinary relationships; 3) *the transition to the classroom*, in which the amalgamation of the different knowledge that constitutes the teaching profession is highlighted. We indicate that the categories textualize elements that denote marks of professional development of teachers in training.

**Keywords:** continuing education; professional development; teacher constitution.

Recebido em: 1<sup>o</sup>/7/2021

Aceito em: 29/12/2021

<sup>1</sup> Autora correspondente: Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) – Campus Carro Largo. Rua Jacob Reinaldo Haupenthal, 1.580, São Pedro, Cerro Largo/RS, CEP 97900-000. <http://lattes.cnpq.br/5671124844836315>. <https://orcid.org/0000-0002-3603-1672>. [rosikellyregina@gmail.com](mailto:rosikellyregina@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) – Campus Carro Largo. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. <http://lattes.cnpq.br/2301644533045994>. <https://orcid.org/0000-0002-7774-2251>

## INTRODUÇÃO

Este estudo tem como objetivo reconhecer e compreender como os saberes docentes são mobilizados e transformados por professoras participantes de um programa de extensão denominado “Ciclos Formativos em Ensino de Ciências e Matemática”, quando essas professoras vivenciam atividades de Modelagem nas Ciências e Matemática<sup>3</sup> – MCM. Tal programa de extensão, iniciado em 2010, é realizado na Universidade Federal da Fronteira Sul – *Campus* Cerro Largo/RS, por professores vinculados ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática (GEPECIEM) e colaboradores.

As ações do programa de extensão fundamentam-se no referencial da reflexão no contexto da educação (SCHÖN, 2000; ALARCÃO, 2010; GÓMEZ, 1995), acreditando na Investigação-Formação-Ação (Ifa), de acordo com Alarcão (2010) e Güllich (2012), como modelo de formação (continuada) de professores. Nessa perspectiva, a compreensão da realidade e o desejo de resolver problemas advindos da prática cotidiana envolvem os professores participantes da formação como observadores e componentes implicados num movimento de formação colaborativa.

A formação em contexto colaborativo tem como fio condutor a reflexão sobre o trabalho do professor, na qual o compartilhamento de experiências e o diálogo culminam em transformações da prática docente e no desenvolvimento da autonomia do professor, favorecendo o seu Desenvolvimento Profissional Docente – DPD. Alarcão (2010, p. 55) destaca que “é preciso saber como se pode ser mais reflexivo, para ser mais autônomo, responsável e crítico”. Dessa forma, a formação objetiva tornar os professores mais conscientes sobre o trabalho que realizam para, a partir disso, melhorá-lo, ou seja, a formação do professor ocorre quando este reflete *na, sobre e para* a ação que realiza (SCHÖN, 2000).

O processo formativo, favorecido por meio das ações do programa de extensão mencionado, favorece a mobilização e a transformação de saberes docentes. O estudo sobre os saberes necessários ao exercício da docência surgiu, em âmbito internacional, na década de 80 do século 20 em pesquisas que tratavam da profissionalização docente a partir do movimento reformista na formação inicial de professores da Educação Básica nos Estados Unidos e Canadá (ALMEIDA; BIAJONE, 2007). Esse movimento tinha como objetivo a reivindicação de um *status* profissional para os profissionais da educação. Temos, a partir disto, pesquisadores mobilizados a investigar e sistematizar os saberes e/ou conhecimentos necessários à docência.

As diferentes classificações e tipologias sobre os conhecimentos, saberes e competências necessários ao exercício da docência foram apresentados por Puentes, Aquino e Neto (2009). Para os autores, tais tipologias ordenam a pluralidade, composição, temporalidade e heterogeneidade dos saberes, as quais denotam a diversidade de enfoques conceituais e metodológicos que sustentam as pesquisas educacionais. Os autores assinalam, também, que não existem divergências entre os

<sup>3</sup> Por vezes, a fim de evitar repetições, usamos apenas a palavra modelagem para denotar a expressão Modelagem nas Ciências e Matemática.

significados conceituais das tipologias, e, ainda, que “a profissionalização da docência compõe-se de três ingredientes fundamentais, mas não suficientes: de saber, de saber-fazer e de saber-ser, apresentados na forma de saberes, de conhecimentos ou de competências” (PUENTES; AQUINO; NETO, 2009, p. 182).

No Brasil, a introdução das temáticas dos saberes e/ou conhecimentos docentes deu-se pelas obras de Lee Shulman (1986), Clermont Gauthier *et al.* (2006) e Maurice Tardif (2013). Neste texto utilizamos a tipologia dos saberes que constituem a docência classificados por Tardif (2013).

Optamos pela utilização da classificação de Tardif (2013), pois ele considera a origem social dos saberes e concebe o trabalho docente como um trabalho de interações humanas, ou seja, os saberes produzidos pelos professores acontecem pelas interações humanas ao longo de suas carreiras, por isso são existenciais, sociais e pragmáticos. Desse modo, acreditamos nas relações sociais, posto que, conforme Vigotski (2000), constituímos-nos na relação com o outro, relação esta mediada pela linguagem. Somado a isso, Tardif (2013, p. 12-13) ainda apresenta que “um professor nunca define sozinho e em si mesmo o seu próprio saber profissional”, ou seja, “esse saber é produzido socialmente, resulta de uma negociação entre diversos grupos”.

Do exposto, é necessário considerarmos os saberes mobilizados pelos professores e a especificidade de seu trabalho, pois o que difere o professor e a sua profissão é a natureza dos conhecimentos e o seu objeto de trabalho, que é um outro ser humano.

Nesse sentido, a questão norteadora deste estudo consiste em responder: *De que forma os saberes docentes são mobilizados e transformados durante o envolvimento das professoras em atividades de MCM?*

Destacamos que o contexto empírico desta pesquisa advém de um recorte temporal do processo formativo vivenciado pelas professoras. O envolvimento mencionado na questão de pesquisa contempla a vivência do processo de MCM e o estudo de seus pressupostos teóricos, bem como o planejamento e execução de práticas pedagógicas de modelagem com alunos da Educação Básica.

A investigação é relevante, posto que pesquisadores da Educação Matemática, como Barbosa (2004), Biembengut (2016), Almeida, Silva e Vertuan (2012), e do ensino de Ciências, como Justi (2006), apontam para a necessidade da vivência do processo de modelagem pelos professores, de modo a encorajá-los a levar seus pressupostos para a sala de aula.

O estudo de revisão realizado por Marmitt e Bonotto (2020), o qual buscou reconhecer as pesquisas realizadas sobre modelagem e formação continuada e compreender, a partir delas, o DPD dos professores, entretanto, mostrou que, embora os professores tenham vivenciado experiências com modelagem na formação continuada, a transição para a sala de aula não aconteceu de forma natural e nem por todos os professores participantes. Desse modo, investigar cenários de formação continuada com modelagem pode ajudar a compreender melhor tanto a relação dos professores com práticas pedagógicas de MCM quanto a transformação dos saberes docentes nesse processo.

Consideramos o DPD um processo contínuo, que é iniciado “antes de ingressar na licenciatura, estende-se ao longo de toda sua vida profissional e acontece nos múltiplos espaços e momentos da vida de cada um, envolvendo aspectos pessoais, familiares, institucionais e socioculturais” (FIORENTINI, 2008, p. 45), o qual é favorecido em contextos colaborativos (PONTE, 1998; FIORENTINI; CRECCI, 2013).

Nessa perspectiva, entendemos como marcas de desenvolvimento profissional os movimentos que favorecem a aprendizagem dos professores, a transformação de saberes, a reflexão, a investigação, o questionamento, a avaliação e a transformação da própria prática. As marcas também são constituídas pelas interações discursivas entre os pares, as quais possibilitam o compartilhamento de experiências, o planejamento com os pares, a instituição de novas propostas pedagógicas e a socialização dos seus resultados, incidindo e modificando as concepções dos professores acerca dos processos de ensino e aprendizagem. Desse modo, marcamos o desenvolvimento profissional dos professores como um movimento evolutivo da profissão docente, o qual qualifica e transforma os saberes docentes, as habilidades e atitudes dos professores (IMBERNÓN, 2010).

A partir do exposto, a fim de responder à questão de pesquisa, organizamos este texto apresentando, inicialmente, nossa compreensão acerca da expressão Modelagem nas Ciências e Matemática, bem como o entendimento dos saberes docentes na perspectiva de Tardif (2013), e nos ancoramos no referencial histórico-cultural para tratar das interações sociais na transformação e mobilização dos saberes docentes. Na sequência, apresentamos o contexto do desenvolvimento da pesquisa e os procedimentos metodológicos, e, por fim, as discussões, os resultados e as considerações sobre o estudo realizado.

## MODELAGEM NAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Os fundamentos da Modelagem Matemática, na perspectiva da Educação Matemática, são discutidos como possibilidade para o ensino e aprendizagem de Matemática há mais de quatro décadas. Decorrente disso, reconhecemos diferentes entendimentos acerca desta tendência da Educação Matemática: ambiente de aprendizagem – perspectiva sociocrítica (BARBOSA, 2004), alternativa pedagógica (ALMEIDA, 2004) e método de ensino com pesquisa (BIEMBENGUT, 2014, 2016).

No ensino de Ciências, atividades que envolvem a construção de modelos – modelagem – têm contribuições dos estudos de Gilbert, Boulter e Elmer (2000), Justi e Gilbert (2002) e Justi (2006). Destacamos que Justi (2006) assinala que o uso de modelagem no ensino de Ciências favorece o envolvimento dos alunos em fazer ciência, pensar em ciência, além de desenvolver o raciocínio e o pensamento científico e crítico.

Entendemos que a palavra “modelo” é polissêmica, possui diferentes sentidos a depender do contexto no qual é utilizada, mas, geralmente, está associada ao senso de representação. Para Biembengut (2016, p. 86), o “modelo é entendido, em geral, como um meio para representar algo, tomar decisões ou ser utilizado heurísticamente para conhecer melhor sobre a situação-problema”. Além disso, os modelos e o processo de modelagem permeiam o discurso das ciências de modo geral. A noção de modelo como representação também está presente no estudo de Gilbert, Boulter e Elmer (2000). Para

eles, o modelo é a representação de uma ideia, objeto, acontecimento, processo ou sistema, criado com um determinado objetivo.

Já o processo de modelagem é considerado “ação de fazer modelo ou os procedimentos requeridos na elaboração de um modelo” (BIEMBENGUT, 2016, p. 96); processo esse desenvolvido em diferentes áreas do conhecimento, ao que a autora denomina de Modelagem nas Ciências e Matemática.

Diante disso, e a partir dos diferentes entendimentos da Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática apresentados anteriormente, e dos estudos de Justi (2006), Gilbert, Boulter e Elmer (2000), optamos por utilizar, neste texto, a expressão Modelagem nas Ciências e Matemática.

Destacamos, ainda, que Biembengut (2016) denomina de Modelagem na Educação a adaptação do processo de modelagem para o ensino, considerando o contexto de trabalho do professor, e compreende esse processo como um “método de ensino com pesquisa nos limites e espaços escolares, em qualquer disciplina e fase de escolaridade” (BIEMBENGUT, 2016, p. 171).

Para Biembengut (2014), o trabalho com modelagem compreende três etapas: 1) percepção e apreensão; 2) compreensão e explicitação; e 3) significação e expressão. A etapa de *percepção e apreensão* é iniciada com a escolha do tema e familiarização com o mesmo por meio da busca de informações em livros ou revistas especializadas (modo indireto), ou por intermédio da experiência de campo (modo direto). Na etapa de *compreensão e explicitação* ocorre a formulação do problema, do modelo e a sua resolução. Nessa etapa, é necessário classificar as informações mais relevantes, formular as hipóteses do problema, identificar suas variáveis e, em seguida, descrever as relações obtidas. A terceira etapa, *significação e expressão*, ocupa-se em interpretar e avaliar os resultados para, em seguida, realizar a validação. Se o modelo atender às perspectivas do modelador, mostra-se a sua *significação*. Se não atender às expectativas, retorna-se às fases anteriores para ajustes nas hipóteses ou nas variáveis envolvidas.

Observamos que as etapas apresentadas por Biembengut (2014) possuem aproximações com as quatro etapas sugeridas por Justi (2006) para delinear o processo de construção de modelos para o ensino e aprendizagem de Ciências: delimitação de um fenômeno que se quer estudar e busca de informações; a representação do modelo, que pode ser: visual, verbal, matemático ou computacional; a verificação do modelo proposto mediante experimentações mentais ou por planejamento e execução de verificações experimentais (testes empíricos); e, por fim, ocorre a socialização desse modelo a outras pessoas, que podem fazer considerações sobre as etapas anteriores.

Para Biembengut (2016, p. 177), a finalidade de utilizar a modelagem no ensino é “levar os estudantes [...] a pesquisar; condição não frequente no dia a dia em sala de aula”, além de permitir processos de ensino e aprendizagem interdisciplinares, uma vez que o problema a ser investigado pode ser oriundo de outras áreas do conhecimento. A partir desse entendimento, as atividades de MCM foram desenvolvidas junto ao grupo de professores de Matemática participantes da formação continuada, o qual foi o cenário para a constituição dos dados empíricos desta pesquisa.

## SABERES DOCENTES: SOCIAIS, PLURAIS E HETEROGÊNEOS

A relação entre a formação e a prática docente possibilita o desenvolvimento, a mobilização e a transformação de saberes pelo professor. Para Tardif (2013, p. 36), o saber docente é um “saber plural, formado pelo amálgama, mais ou menos coerente, de saberes oriundos da formação profissional e de saberes disciplinares, curriculares e experienciais”.

A partir dessa perspectiva, entendemos que os saberes profissionais são temporais, plurais e heterogêneos, personalizados e situados. São temporais porque são adquiridos no decorrer do tempo, ao longo de uma história de vida e de uma história de vida escolar, a qual é constituída por momentos de socialização. São plurais e heterogêneos e advêm de diferentes fontes. São personalizados e situados, uma vez que são “saberes apropriados, incorporados, subjetivados, saberes que é difícil dissociar das pessoas, de sua experiência e situação de trabalho” (TARDIF, 2000, p. 15).

Conforme o referencial histórico-cultural, ao nascer o ser humano passa a fazer parte de um contexto histórico e social, cuja cultura, construída ao longo dos anos pelas gerações anteriores, vai sendo gradativamente internalizada pelas novas gerações. Esse processo de internalização ocorre durante toda a vida da pessoa que, apesar de nascer biologicamente humana, humaniza-se pelas relações sociais estabelecidas em seu contexto. Nesse sentido, a humanização só é possível enquanto processo relacional e coletivo (VIGOTSKI, 2000).

Assim, o sujeito, pela mediação do outro, converte as relações sociais em funções psicológicas superiores (memória, consciência, percepção, atenção, fala, pensamento, vontade, emoção), que passam a funcionar como sendo próprias de sua personalidade. É nesse sentido que o individual é sempre social; tornamo-nos o que somos a partir da relação com o outro e apreendemos o mundo pela mediação do outro.

A partir da perspectiva histórico-cultural e do entendimento acerca de saberes docentes de Tardif (2013), entendemos que os saberes também são sociais, pois são evidenciados a partir de um contexto social de interações humanas. Para Tardif (2013), os saberes docentes são classificados em quatro tipologias: 1) saberes da formação profissional, definidos pelo “conjunto de saberes transmitidos pelas instituições de formação de professores” (p. 36); 2) saberes disciplinares, oriundos dos diversos campos do conhecimento, pelas diversas disciplinas cursadas na universidade; 3) saberes curriculares, relacionados aos “discursos, objetivos, conteúdos e métodos a partir dos quais a instituição escolar categoriza e apresenta os saberes sociais por ela definidos e selecionados como modelos de cultura erudita e de formação para a cultura erudita” (p. 38) e 4) saberes experienciais, os quais se apresentam com base no “seu trabalho cotidiano e no conhecimento de seu meio, [...] brotam da experiência e são por ela validados” (p. 39).

É importante destacar que os saberes não são inatos, mas são “produzidos pela socialização, isto é, através do processo de imersão dos indivíduos nos diversos mundos socializados (família, grupos, amigos, escolas, etc.) nos quais eles constroem, em interação com os outros, sua identidade pessoal e social” (TARDIF, 2013, p. 71). Assim, os saberes estão intrinsecamente relacionados ao desenvolvimento das especificidades



humanas, a partir das constantes interações com o meio social no qual vive, ou seja, o desenvolvimento do psiquismo humano é sempre mediado pelo outro (VIGOTSKI, 2000).

Nesta perspectiva, olhar para os diários de formação das professoras (*corpus* da análise) é compreender que o saber mobilizado tem sua evolução no decorrer de sua história de vida, de sua carreira profissional e das interações ocorridas ao longo desse processo, pois entendemos que o saber dos professores é o “saber deles e está relacionado com a pessoa e a identidade deles, com a sua experiência de vida e com a sua história profissional, com as suas relações com os alunos em sala de aula e com os outros atores escolares na escola” (TARDIF, 2013, p. 11).

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O objetivo desta pesquisa consiste em reconhecer e compreender como os saberes docentes são mobilizados e transformados por seis professoras de Matemática durante o envolvimento em atividades de MCM. Do exposto, classificamos a mesma como sendo de natureza qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Tal envolvimento contemplou a vivência do processo de modelagem e o estudo de seus pressupostos, bem como o planejamento de atividades de modelagem e execução das práticas com alunos da Educação Básica.

A constituição dos dados se deu por meio do registro escrito produzido pelas professoras em formação, referentes aos encontros de formação continuada, ao que denominamos de Diários de Formação – DF – e também dos diários de planejamento – DP – das atividades de modelagem que foram desenvolvidas com alunos da Educação Básica.

Compreendemos a produção de diários, a partir de Zabalza (2004), Alarcão (2010) e Porlán e Martín (1997), como um instrumento de reflexão e do pensamento do professor, uma vez que o docente realiza anotações, registra seus entendimentos e dificuldades, o que favorece reflexões sobre sua prática docente.

Para Zabalza (2004, p. 10), os diários se tornam “recursos de reflexão sobre a própria prática profissional e, portanto, instrumento de desenvolvimento e melhoria da própria pessoa e da prática profissional que exerce”.

Vale destacar que no período no qual os diários foram produzidos as seis professoras participantes desta pesquisa foram contempladas com uma bolsa durante 12 meses com recursos do “Programa Mais Educação”, e foram denominadas de “tutoras”. Assim, enquanto os encontros com todo o grupo de professores (21) participantes do programa de extensão aconteciam no período da manhã, as seis tutoras continuavam as discussões durante a tarde, tendo como função, junto com as professoras formadoras (3), estudar, planejar e organizar as atividades que seriam realizadas nos encontros. Do exposto, o *corpus* de análise é constituído por 66 diários referentes aos encontros de formação e seis diários de planejamento.

A análise dos dados seguiu os procedimentos da Análise Textual Discursiva (ATD), de Moraes e Galiazzi (2011, p. 14), que “propõe a descrever e interpretar alguns sentidos que a leitura de um conjunto de textos pode suscitar”.

O processo de ATD tem início com a desconstrução dos textos a fim de destacar seus elementos constituintes. A desconstrução dos textos dá origem às unidades de sentido (ou unitarização), o qual “constitui um movimento de análise de dados e informações capaz de propiciar as condições para uma reconstrução criativa da compreensão dos fenômenos focalizados” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 48). Nesse processo, selecionamos passagens dos diários, as quais continham significados referentes à questão norteadora desta pesquisa, ou seja, o reconhecimento e compreensão dos saberes docentes mobilizados e transformados em atividades de modelagem. Os excertos selecionados constituíram-se nas unidades de sentido.

Após a desconstrução dos textos e unitarização, iniciamos a categorização, a qual se constitui num processo de organização e agrupamento de conjunto de unidades de sentido, a fim de propor novas compreensões dos fenômenos investigados. Para Moraes e Galiazzi (2011, p. 22), a categorização consiste em um “processo de comparação constante entre unidades definidas no momento inicial da análise, levando a agrupamentos de elementos semelhantes. Conjuntos de elementos de significação próximos constituem as categorias”. Nesse processo, podemos estabelecer categorias *a priori* definidas pelo pesquisador antes de iniciar a análise, ou categorias emergentes, as quais emergem a partir da leitura do *corpus* de análise. Neste estudo, as categorias obtidas são emergentes do processo de análise.

O Quadro 1, a seguir, apresenta, de modo geral, as categorias emergentes do processo de análise e a quantificação das unidades de sentido, as quais são apresentadas no decorrer do texto.

Quadro 1 – Síntese das categorias obtidas e quantificação das unidades de sentido

<b>Categorias emergentes</b>	<b>Categorias Intermediárias</b>	<b>Quantificação unidades de sentido</b>
1. Avaliações sobre o processo de Modelagem nas Ciências e Matemática	1.1 A ausência do saber da formação profissional gera um sentimento de insegurança.	86
	1.2 Obstáculos a serem transpostos para inserção de modelagem na sala de aula.	
	1.3 Apropriação do saber da formação profissional ao longo da formação continuada.	
2. O fazer MCM – etapa de compreensão e explicitação	2.1 O saber disciplinar é transformado durante a realização das atividades de modelagem e a partir das interações estabelecidas no grupo.	41
	2.2 A modelagem permite a interdisciplinaridade.	
3. Transição para a sala de aula	3.1 Argumentos em defesa da MCM na sala de aula.	48
	3.2 Insegurança em adaptar a atividade para a sala de aula.	

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Observou-se que o resultado desse processo é expresso na construção dos metatextos, os quais são constituídos de “descrição e interpretação, representando o conjunto um modo de teorização sobre os fenômenos investigados” (MORAES; GALIAZZI,



2011, p. 32), ou seja, a captação do novo emergente em que, a partir da análise do *corpus*, apresentamos as principais interpretações e compreensões construídas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o reconhecimento e análise dos saberes docentes, recorreremos à tipologia de Tardif (2013): saberes da formação profissional, saberes disciplinares, saberes curriculares e saberes experienciais. Desse modo, procuramos reconhecer, nos textos dos diários, esses saberes, em quais momentos do processo formativo vivenciado pelas professoras esses saberes são mobilizados e, além disso, procuramos marcar movimentos de transformação dos referidos saberes. A partir da ATD, destacamos a emergência de três categorias, as quais apresentam como os saberes são mobilizados e transformados no processo de modelagem: 1) *avaliações sobre o processo de MCM*; 2) *o fazer MCM – etapa de compreensão e explicitação*; e 3) *transição para a sala de aula*.

A validade das categorias descritas é construída pela ancoragem dos argumentos na realidade empírica, procedente dos textos analisados no diálogo com os interlocutores teóricos e com o referencial histórico-cultural e pesquisadores da Educação Matemática e Ensino de Ciências.

### **Avaliações sobre o processo de Modelagem nas Ciências e Matemática**

Nesta categoria apresentamos avaliações das professoras sobre o processo de MCM, as quais evidenciam a ausência do saber da formação profissional no que diz respeito a seus pressupostos. Conforme Tardif (2013), o saber da formação profissional está vinculado às instituições de formação de professores. Assim, esses saberes se transformam em saberes destinados à formação científica dos professores e são incorporados à prática docente.

Entendemos que a MCM está vinculada ao saber da formação profissional, pois essa tendência da Educação Matemática deveria estar contemplada nos cursos de formação inicial. Biembengut (2014) ressalta que uma das dificuldades de inserir a MCM na sala de aula está vinculada à formação inicial dos professores devido à falta de vivência do processo de modelagem na Graduação pelo futuro professor, pois são poucos os cursos que possuem disciplinas específicas de modelagem, e os que a têm possuem uma carga-horária insuficiente para ensinar a modelar. A autora destaca, ainda, que, além de ter contato com as ideias de modelagem na formação inicial, é necessário vivenciar o processo, uma vez que “aprendemos a modelar, modelando. Não há como aprender modelagem sem fazer modelagem” (BIEMBENGUT, 2016, p. 123).

Do exposto, observamos, nos registros das professoras, avaliações que denotam a ausência do fazer modelagem e do saber da formação profissional, o que gera insegurança nelas, conforme verifica-se nas passagens a seguir: “[...] *por não entender muito sobre o assunto, achei bem difícil o questionário*” (DF1A-M<sup>4</sup>; L. 19-20); “[...] *percebi a dificuldade que a maioria teve para responder, constatando que esse tema*

<sup>4</sup> DF1A-M – representa o diário de formação referente ao primeiro encontro realizado pela manhã, produzido pela professora A.

*deve ser desvendado por nós professores”* (DF1C-M; L. 21-22). Ou seja, as professoras não vivenciaram o processo de MCM na formação inicial, embora seja uma tendência temática da Educação Matemática que há quatro décadas vem sendo pensada para o ensino e aprendizagem de Matemática.

Nesse sentido, reconhecemos uma relação de exterioridade com o saber da formação profissional, pois as professoras em formação não definem e/ou controlam os saberes científicos e pedagógicos transmitidos pelas instituições formadoras. Ou seja, quem assume a produção e a legitimação desses saberes são as universidades e os formadores, e aos professores em formação “*competem apropriar-se desses saberes, no decorrer de sua formação, como normas e elementos de sua competência profissional*” (TARDIF, 2013, p. 41).

Percebemos, ainda, que as professoras apresentam dúvidas quanto à viabilidade da MCM para o ensino de Matemática, conforme mostram os excertos: “[...] *os colegas do curso ficaram com dúvidas quanto à viabilidade de trabalhar modelagem matemática nesta modalidade de ensino*” (DF1C-T; L. 19-21); “[...] *é um desafio relacionar e aplicar a matemática na realidade prática cotidiana*” (DF1B-M; L. 34-35).

Tal fato é apontado por Maldaner (2014), pois não se consegue romper com a lógica da Racionalidade Técnica<sup>5</sup>, posto que ela ainda contamina a organização curricular e isso dificulta a mudança necessária tanto na educação básica quanto na universitária. Do mesmo modo, essa lógica dificulta a execução de práticas pedagógicas que propiciam maior envolvimento dos alunos, bem como a relação entre os conceitos científicos e a realidade, a exemplo da MCM.

O autor assinala, ainda, que a aprendizagem científico-escolar acontece quando os conhecimentos históricos de uma ciência fazem sentido tanto para os alunos quanto para o próprio professor. Dessa maneira, quando as professoras expressam ser um desafio trabalhar com a MCM, evidenciam dificuldade para relacionar o conteúdo matemático com outras áreas do conhecimento; esse fato pode estar atrelado à formação inicial e aos saberes da formação profissional apresentados de forma fragmentada e sem contexto. Assim, concordamos com Maldaner (2014, p. 37) quando afirma que “*um conteúdo fora do contexto não faz sentido ou não produz significados*”. Nesse sentido, vimos na modelagem um meio para favorecer a (re)construção dos conceitos científicos, considerando o contexto sociocultural dos alunos e, desse modo, qualificando os processos de ensino e aprendizagem.

Com o exposto, percebe-se que há a necessidade de ações de formação continuada na perspectiva de desenvolvimento profissional do professor (FIORENTINI, 2008; PONTE, 1998), que se constituam como espaço/tempo de diálogo, de troca de experiências, de modo que os participantes recebam o apoio dos colegas e dos professores formadores e que favoreçam interações coletivas com vistas à emancipação profissional.

<sup>5</sup> A Racionalidade Técnica pressupõe um modelo de formação baseado na acumulação de conhecimentos para posterior aplicação na prática (SCHÖN, 2000).

Reconhecemos também, nos textos analisados, o que Bassanezi (2013) denominou de obstáculos instrucionais, os quais denotam que o processo de MCM é demorado, logo não se consegue cumprir o programa (currículo) estabelecido. Esse obstáculo é evidenciado na escrita da professora: “[...] *percebe-se um receio para introduzir a modelagem em sala de aula e assim não vencer os conteúdos programáticos de cada série*” (DF2D-M; L. 18-19); “[...] *na minha opinião, nem todos os conteúdos serão trabalhados utilizando a modelagem matemática*” (DF5A-M; L.18-19).

Tais obstáculos estão relacionados às prescrições, ou seja, aos documentos normativos provenientes de diferentes instâncias educacionais que prescrevem e condicionam o trabalho do professor. Exemplo disso é a Base Nacional Comum Curricular, documento de caráter normativo que apresenta as unidades temáticas, objetos de conhecimento e habilidades que os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da educação básica.

Observamos, a partir dos textos analisados, que a inserção da MCM à prática do professor desencadeia um desequilíbrio nos elementos constitutivos do trabalho docente, posto que exige maior tempo para o desenvolvimento dos conteúdos; em razão disso, o professor preocupa-se com o cumprimento do currículo prescrito. Para Bonotto (2017), a superação desse obstáculo (instrucional) perpassa por ações de formação continuada que movimentem as concepções de ensino e aprendizagem dos professores, que os considerem protagonistas da formação, que favoreçam espaço/tempo para discussão e planejamento de propostas pedagógicas e que haja no grupo de formação e no formador apoiadores e incentivadores do trabalho do professor.

Acreditamos que o contexto de formação continuada, oportunizado ao grupo, do qual se originaram os diários analisados, favoreceu transformações no saber profissional das professoras participantes. Isso é marcado nos textos quando as professoras vislumbram possibilidades de inserção de práticas de modelagem em seus contextos específicos de trabalho, conforme evidencia a passagem a seguir: “[...] *estou ansiosa para levar este trabalho para a sala de aula, um trabalho diferente, acho que os alunos vão gostar*” (DF2A-T, L. 16-17). Percebemos que o saber da formação profissional, antes ausente, está sendo transformado: “[...] *estamos entendendo muito melhor do que se trata; muito diferente do primeiro encontro, onde todo mundo se olhava e tinha receio*” (DF4F-M, L. 13-14); “[...] *avançamos muito no conhecimento da modelagem do nosso primeiro encontro até agora*” (DF3D-M, L. 9-11); “[...] *a modelagem será uma inovação em nossa sala de aula*” (DF2D-M, L. 31). Observamos que o saber da formação profissional, no que se refere à modelagem, é transformado e as professoras vão se apropriando desse saber ao longo da formação continuada, a partir dos diálogos e das trocas que acontecem no grupo, o que permite posicionamentos e compreensões referentes ao anseio de inserir a modelagem à prática docente. Para Martins *et al* (2018), quando os professores estão inseridos num grupo de formação, as dificuldades podem ser compartilhadas e, a partir desse espaço, estratégias podem ser desenvolvidas coletivamente para os desafios da prática docente, estabelecendo-se um sentimento de parceria entre os participantes.

O movimento de apropriação se dá a partir de diferentes aspectos: dos estudos dos pressupostos da modelagem, da vivência do processo na formação continuada

durante as discussões e as trocas de experiências no grupo, os quais permitiram a significação da MCM. Para Vigotski (2000), a apropriação é um movimento de fora para dentro, pois ele acontece a partir do que o sujeito aprende e compartilha com o outro. São as relações sociais nas quais o indivíduo está envolvido que podem explicar seus modos de ser, de agir, de pensar e de relacionar-se. Destacamos, ainda, de acordo com o referencial histórico-cultural, que certos modos de apropriação podem produzir sentidos não previstos, ou seja, cada professora participante da formação terá a sua compreensão acerca do processo de MCM e disso decorre que cada uma pode fazer a inserção de práticas de MCM a partir dos sentidos atribuídos a elas.

Ainda, além da transformação do saber da formação profissional, as professoras mobilizam o saber disciplinar, o saber curricular e o saber experiencial, pois, ao expressar “[...] *achei muito interessante este trabalho, pois é acessível às séries do ensino fundamental que eu trabalho*” (DF2A- M, L. 24-25), a professora visualiza a utilização da modelagem na sala de aula e, a partir de sua experiência e do conhecimento do seu contexto específico de trabalho, estabelece relações entre os saberes disciplinares e curriculares e reconhece os conteúdos que podem ser abordados desde a prática realizada.

As passagens apresentadas assinalam que as interações que aconteceram ao longo da formação continuada contribuíram para a transformação do saber da formação profissional antes ausente, desencadeando, por isso, insegurança e receio nas professoras e, *a posteriori*, reorganizando-se ao projetarem o desenvolvimento de práticas de modelagem com os seus alunos. Esse movimento caracterizamos como uma marca de desenvolvimento profissional.

De acordo com Ponte (1998, p. 6), contextos formativos, nos quais “o professor tem oportunidade de interagir com outros e sentir-se apoiado, onde pode conferir as suas experiências e recolher informações importantes”, favorecem o desenvolvimento profissional dos professores e qualificam ainda mais o processo formativo, pois, a partir das interações realizadas no grupo e da intencionalidade do professor formador, a MCM fez parte do contexto formativo e foi instigada no grupo.

### **O fazer modelagem nas Ciências e Matemática – etapa de compreensão e explicitação**

Nesta categoria apresentamos os saberes docentes mobilizados na etapa do processo de modelagem denominada, segundo Biembengut (2014), de compreensão e explicitação, na qual acontece a formulação do problema, a elaboração de hipóteses, a formulação do modelo e a resolução do problema a partir do modelo.

Destacamos que nessa etapa do processo de modelagem é necessário o conhecimento específico da área de formação, ao que Tardif (2013) denominou de saber disciplinar. Os saberes disciplinares são encontrados nos cursos e departamentos universitários, por exemplo Matemática, Geografia, Biologia, etc., ou seja, referem-se aos diversos campos do conhecimento científico. De acordo com Tardif (2013, p. 38), esses saberes “emergem da tradição cultural e dos grupos sociais produtores de saberes”.

As professoras, ao vivenciarem atividades de MCM, fazem uso de conhecimentos específicos vinculados à área de Matemática, conforme mostram os excertos: “[...] *construímos várias caixas, de tamanhos diferentes, discutimos e analisamos qual delas teria o maior volume*” (DF2A-M, L. 20-21); “[...] *a partir daí surgiu a ideia de densidade; com isso levamos para o encontro uma balança e copos de medidas*” (DF2E-T, L.7-11); “[...] *concluímos que a função, do 3º grau, pode se aproximar de uma função do 2º grau para relacionar os valores da altura e do volume*” (DF2A-T, L. 7-8).

Observamos, também, que, durante o processo de fazer modelagem, os saberes disciplinares são postos em movimento, são ampliados, confrontados e, desse modo, (re)construídos. As passagens “[...] *após fizemos a experiência de visualizar o volume de cada caixa, colocando sagu e farinha nas mesmas. Não deu muito certo, pela fragilidade das caixas. Surgiu a discussão sobre a densidade do sagu e da farinha*” (DF2A- T, L. 9-11) e “[...] *a curva que formou tem aparência de uma parábola levando à hipótese de que a função ali envolvida seja do 2º grau*” (DF3A-M, L. 12-14), denotam o movimento do saber disciplinar, pois as professoras, a partir da construção das embalagens, desenvolvem e questionam os conceitos matemáticos necessários para a resolução do problema proposto.

Percebemos que esse movimento de mobilização e transformação do saber disciplinar está muito presente no planejamento de uma aula com modelagem e que ele está entrelaçado, na perspectiva de Tardif (2013), aos saberes curriculares e experienciais das professoras, conforme mostram os excertos: “[...] *para os alunos do 7º e 8º anos será uma aula de retomada de conteúdos, como o cálculo do volume, mudança de unidade, construção de gráficos, além do exercício da habilidade com dobradura, percepção visual e trabalho em equipe*” (DPA<sup>6</sup>, L. 7-10); “[...] *como posso explorar os conceitos de círculo e circunferência? Que conceitos eles têm sobre raio, diâmetro e o número irracional  $\pi$ ?*” (DPE, L. 13-15). Destacamos, nas passagens apresentadas, além dos saberes docentes, a presença do aluno e do professor que escreve os diários, ou seja, conforme Tardif e Lessard (2014, p. 31), a docência é um trabalho de interações humanas no qual o objeto de trabalho do professor é um outro ser humano, e “ensinar é trabalhar com seres humanos, sobre seres humanos, para seres humanos”.

De acordo com Tardif (2013), na prática da profissão os professores desenvolvem saberes específicos baseados em seu trabalho e no conhecimento do seu meio. Desse modo, entendemos que o movimento de reconstrução dos saberes disciplinares se deu pela relação com os pares e pela experiência da prática cotidiana do professor.

O apoio do coletivo da formação e as interações discursivas contribuíram para que os conceitos mobilizados na etapa de compreensão e explicitação durante o fazer modelagem fossem ampliados e aprofundados. Tal fato é apontado no estudo de Cremoneze e Ciríaco (2020), segundo o qual o compartilhamento da prática docente, em um ambiente colaborativo, potencializa as práticas de ensinar e aprender, pois nesse ambiente abrem-se espaços para reflexões da prática, quando os participantes podem apontar dificuldades encontradas no processo de ensino e aprendizagem e, em

<sup>6</sup> Diário de Planejamento da Professora A.

seguida, construir possibilidades de intervenção. Esse movimento pode ser observado nas passagens a seguir, nas quais as professoras relacionam a densidade ao conceito de proporcionalidade e ao coeficiente angular da função afim, evidenciando evolução conceitual.

*[...] Pesamos o sagu, em caixas de diferentes alturas e relacionamos a massa e o volume de cada caixa. A densidade da substância é a razão entre a massa e o volume, a qual se mantém constante, quando aproximamos o valor da razão em todas as experiências realizadas. Logo as razões envolvidas são constantes e as grandezas envolvidas são proporcionais: , usando as variáveis e (DF3A-M, L. 22-28).*

*[...] Pelo conceito de densidade , encontramos , concluímos que o coeficiente angular é igual à densidade, logo, representa a inclinação da reta (DF3A-T, L. 10-11).*

Destacamos, nessas passagens, marcas de DPD das professoras, ancoradas no caráter contínuo da aprendizagem docente, a qual extrapola a formação inicial e perpassa a carreira docente, pois, a partir dela, as professoras ampliam e transformam os saberes num constante processo de aprendizagem.

Durante o fazer modelagem as professoras perceberam a matemática presente em outras áreas do conhecimento, ou seja, a MCM permite um trabalho interdisciplinar, possibilitando um ensino com mais sentido para os alunos, conforme a passagem: “[...] o trabalho foi interdisciplinar, envolveu conteúdos de Matemática, Português, Biologia e Química. Esta interação entre várias disciplinas mostra como é importante o trabalho em conjunto dos professores, que, muitas vezes, não acontece” (DF4A-M, L. 24-27).

Conforme Tomaz e David (2008, p. 16), a interdisciplinaridade permite uma integração entre as disciplinas e isso só acontece quando “[...] várias disciplinas são utilizadas para resolver um problema ou compreender um determinado fenômeno sobre diferentes pontos de vista”. Bassanezi (2013, p. 16), ao apresentar que 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”, legitima a ideia de que a modelagem permite a integração da matemática com outras áreas do conhecimento. Desse modo, o trabalho com modelagem pressupõe posturas interdisciplinares e propõe a integração de conhecimento e um posicionamento adepto a mudanças por parte do professor.

Embora, entretanto, o trabalho com modelagem pressuponha a interdisciplinaridade, destacamos, a partir de Fazenda (1992, p. 93), a necessidade de “uma transformação profunda pedagógica e um novo tipo de formação de professores, caracterizando-se esta por uma mudança na atitude e na relação entre quem ensina e quem aprende”. Para tal, apostamos na formação continuada do professor como catalisadora de desenvolvimento profissional.

## Transição para a Sala de Aula

Nesta categoria emergiram as expectativas das professoras em instituir as atividades de MCM na sala de aula. Nesse processo evidenciamos o amálgama dos saberes da formação profissional, disciplinares, curriculares e experienciais.



O processo de adaptação da MCM para o ensino é denominado, por Biembengut (2014, p. 27), de Modelagem na Educação ou modelação, e favorece aos professores e alunos “fazer uso da matemática para compreender uma situação ou resolver um problema das ciências da natureza ou humana que ele tem interesse”.

Ao realizar a transição da formação continuada para a sala de aula, as professoras consideraram o interesse dos alunos, conforme mostram as passagens: “[...] *surgiram assuntos como: racismo, violência contra as mulheres e violência infantil, o uso do celular e anorexia, mas o tema que foi mais relevante foi sobre as enchentes, pois era o problema enfrentado na nossa região naqueles dias*” (DPD, L. 32-34); “[...] *durante a conversa surgiram alguns temas, os quais estavam sendo abordados nas aulas de seminário integrado, como a crise do Brasil, dengue, lixo e água*” (DPC, L. 30-32). Biembengut (2016) destaca que, no processo de MCM, a escolha do tema deverá ser de interesse comum do grupo, partindo da realidade e contexto do aluno. Neste sentido, percebemos que as escolhas dos temas para a realização da atividade de modelagem trazem em seu contexto essas orientações e buscam o desenvolvimento de competências e atitudes para que os alunos possam reinterpretar a sua realidade e nela intervir, indicando um movimento de significação conceitual.

Os temas escolhidos consideram discussões acerca de questões socioambientais, por exemplo as enchentes e o lixo, a cubagem de madeira associada ao tema do reflorestamento, as embalagens e a telefonia celular, sinalizando para o que Bassanezi (2013, p. 36) denominou de argumento da competência crítica para a inclusão da modelagem na sala de aula, o qual tem como foco “a preparação dos estudantes para a vida real, como cidadãos atuantes na sociedade, competentes para ver e formar juízos próprios”. As passagens, a seguir, denotam o exposto:

*[...] Lemos juntos o texto sobre o tema embalagens e discutimos sobre os diversos tipos de embalagens, formas, volume, materiais utilizados, sobre sua praticidade, o custo de cada embalagem, embalagens que chamam a atenção dos clientes, embalagens que são retornáveis e ainda sobre reciclagem e impactos ambientais”* (DPA, L. 19-23).

*[...] 1º) Conversa informal com os alunos referente às questões ambientais, com ênfase para a importância da preservação do meio ambiente para melhor qualidade de vida. 2º) Distribuição para os alunos das revistas do Programa Agrinho. Leitura da revista e elaboração de texto em sala de aula sobre os conhecimentos obtidos, com acompanhamento da professora. 3º) Resolução em sala de aula de situações-problemas de matemática, envolvendo a Cubagem de Madeira, pelo fato de ter praticamente na frente da escola uma serraria e fazer parte da nossa vivência diária. 4º) Em sala de aula, os alunos deverão construir uma maquete para demonstrar dois ambientes: o desmatamento e o reflorestamento. Para promover a sensibilização para a necessidade de preservar o meio ambiente. 5º) Trabalho de Campo: plantio de árvores na comunidade e no ambiente escolar* (DPB, L. 89-102).

Nestas passagens observamos o envolvimento das professoras no sentido de oportunizar discussões sobre reciclagem e impactos ambientais e de preparar os alunos para se posicionarem criticamente ante os problemas ambientais, como é o caso do desmatamento e do reflorestamento, e com olhar para os conceitos científicos da matemática, neste caso por meio da cubagem de madeira.

Além do argumento de competência crítica, encontramos, nos textos dos diários, o argumento formativo aliado ao argumento da aprendizagem (BASSANEZI, 2013). Nesse sentido, o excerto “[...] *alguns acharam que caberia a mesma quantidade, pois tinham utilizado a mesma quantidade de papel na construção, outros acharam que a caixa era de altura 2 cm, 3 cm, mas a maioria achou que a caixa de 6 cm de altura teria o maior volume*” (DPA, L. 38-41), enfatiza que a modelagem desperta a participação e o interesse dos alunos e, desse modo, por meio dela o professor pode favorecer aprendizagens com maior significado.

Durante a execução das práticas planejadas percebemos que as professoras movimentam o saber da experiência, da prática da profissão, do conhecimento de seus alunos e do reconhecimento (ou não) de suas aprendizagens atuando na Zona de Desenvolvimento Proximal – ZDP – do aluno (VIGOTSKI, 2000). Para Vigotski (2000, p. 112), a ZDP é

Distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes.

Esse saber, entretanto, não pode ser reconhecido individualmente, mas, como Tardif (2013) assinala, o saber docente é formado pelo amálgama de saberes advindos da formação profissional, saberes disciplinares, curriculares e experienciais. A passagem, a seguir, denota o exposto:

*[...] Percebi, então, que o volume em  $\text{cm}^3$  não foi muito significativo para os alunos, até expliquei que eram para imaginar um cubo de 1 cm e a quantidade deles dentro de cada caixa. Resolvi, então, mesmo sem planejar e com ajuda de um livro do 6º ano, fazer a transformação de unidades. Como  $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ litro}$  transformei  $\text{cm}^3$  para  $\text{dm}^3$  e após para litros e mililitros. O volume em litros foi mais real e significativo. Compararam, por exemplo, o volume da caixa com o volume das garrafinhas de água que eles tinham* (DPA, L. 48-55).

Essa passagem denota o movimento de mediação da professora, a fim de que os alunos compreendessem a unidade de medida  $\text{cm}^3$ . Ou seja, a partir da mobilização dos diferentes saberes que constituem a profissão docente, a professora atua na ZDP buscando favorecer a aprendizagem daquilo que o aluno ainda não sabe, mas que está prestes a saber com a ajuda do outro.

Dessa forma, quando as professoras realizam a transição para a sala de aula atuam na ZDP do aluno, pois, para que o aluno consiga avançar nos conceitos científicos, é necessária a mediação da professora. Neste entendimento, a ZDP define “aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão, presentemente, em estado embrionário” (VIGOTSKI, 2007, p. 98). Outro aspecto que ficou evidenciado foi o uso de relações concretas para qualificar a compreensão dos alunos, pois a professora textualiza que o volume em litros se aproximou mais dos conhecimentos dos alunos em detrimento da utilização do  $\text{cm}^3$ , e isso está relacionado à capacidade cognitiva, à compreensão e ao desenvolvimento conceitual, na perspectiva histórico-cultural.

Ademais, percebemos que, quando as professoras realizam o planejamento e definem o tema para desenvolver a proposta de MCM na sala de aula, mobilizam saberes experienciais, os quais se manifestam por meio de um saber-fazer; o saber curricular relacionado à adaptação do processo de modelagem para o ensino, ambos relacionados com o saber disciplinar, pois, ao pensar no modelo curricular, as professoras mobilizam o conteúdo específico a ser ensinado.

De acordo com Tardif (2013, p. 237), a prática docente “não é somente um lugar de aplicação de saberes produzidos por outros, mas também um espaço de produção, de transformação e de mobilização de saberes que lhes são próprios”. Desse modo, quando as professoras realizam a transição da formação continuada para a sala de aula, os saberes são indissociáveis, o que nos mostra que a prática docente “pode ser vista como um processo de aprendizagem através do qual os professores retraduzem sua formação e a adaptam à profissão” (TARDIF, 2013, p. 53).

Do mesmo modo, quando as professoras vivenciam o processo de modelação, ou seja, a adaptação do processo de modelagem para o ensino (BIEMBENGUT, 2016), o sentimento de insegurança surge novamente. A insegurança manifestada aqui, entretanto, é diferente da insegurança apresentada na categoria 1, pois aqui ela está vinculada à transição da modelagem para a sala de aula e não na falta de conhecimento do processo de modelagem.

As passagens, a seguir, reafirmam o exposto: “[...] *tínhamos receio que eles não fossem lembrar e entender o que seria a densidade dos corpos. E se não entendessem como chegar na função encontrada? Se a construção do gráfico fosse muito complexa?*” (DPD, L. 51-54); “[...] *poderíamos abordar o conteúdo de funções com o tema da reportagem, porém, naquele momento, não sabíamos como isto aconteceria*” (DPC, L. 44-45). No registro das professoras observamos o desconforto delas, posto que, durante o desenvolvimento da atividade, a dinâmica da aula depende da participação e do envolvimento dos alunos, conduzindo os professores a uma “zona de risco”, o que reforça a condição da prática docente que acontece no processo de relação, no social, com o outro.

Do exposto, reconhecemos que as professoras, ao realizarem a transição do processo de modelagem vivenciado na formação continuada para a sala de aula, trazem consigo elementos importantes do seu trabalho, os quais são ressignificados: os alunos, o currículo, os conteúdos, o planejamento, o trabalho interdisciplinar, o contexto social e a relação com questões ambientais, e, desse modo, mobilizam saberes curriculares, disciplinares e experienciais. Esse movimento de transição para a sala de aula se constitui como marca de desenvolvimento profissional favorecido por meio das ações da formação continuada realizada com o grupo de professoras.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste artigo consistiu em reconhecer e compreender como os saberes docentes são mobilizados e transformados pelas professoras durante a vivência em atividades de Modelagem nas Ciências e Matemática. Para tal, analisamos os diários de formação e de planejamento de seis professoras participantes de formação continuada, utilizando os procedimentos de análise da ATD.

As categorias emergentes do processo textualizam os saberes docentes mobilizados e transformados e trazem elementos que denotam marcas de desenvolvimento profissional das professoras. Na construção dos metatextos, os quais resultaram de um processo intuitivo e auto-organizado, trazemos passagens dos textos do *corpus* dialogadas com os teóricos apresentados como uma forma de validação dos resultados da análise e de compreensão.

Destacamos que, em contexto colaborativo, as professoras mobilizam e, ao mesmo tempo, transformam seus saberes docentes na inter-relação com as colegas, com as professoras formadoras e com seus alunos.

O movimento de teorização denota nossas interpretações mediante as relações estabelecidas entre as subcategorias emergentes e os referenciais teóricos e permite-nos defender a seguinte tese: as professoras participantes da formação mobilizam e transformam seus saberes docentes ao realizarem avaliações sobre o processo de MCM, ao fazerem MCM e ao transitarem da formação continuada para a sala de aula.

Os argumentos parciais para sustentar que os saberes docentes são mobilizados e transformados quando as professoras tecem avaliações acerca do processo de MCM, foram produzidos ao longo do processo de análise e estão ancorados nos depoimentos das professoras, ao revelarem a ausência dos pressupostos da modelagem da formação inicial, gerando um sentimento de insegurança nas professoras, e os obstáculos a serem transpostos para inserção da modelagem na sala de aula, assinalando que o processo de MCM demanda tempo maior para ser realizado, e isso provoca um desequilíbrio no cumprimento dos conteúdos programáticos.

Já os argumentos parciais para sustentar que os saberes docentes são mobilizados e transformados quando as professoras fazem MCM, denotam, especialmente, a transformação do saber disciplinar, uma vez que esse saber é posto em movimento, ampliado e confrontado, e isso deu visibilidade às professoras de que o processo de modelagem possibilita o estabelecimento de relações interdisciplinares.

A defesa de que os saberes docentes são mobilizados e transformados quando as professoras transitam para a sala de aula, é ancorada em argumentos que apresentam os elementos que compõem o trabalho docente, sendo mobilizados e ressignificados a partir das relações entre os diferentes saberes que compõem a profissão docente, que defendem a inserção da MCM à prática pedagógica das professoras e que denotam a insegurança, agora relacionada à adaptação do processo de modelagem para a sala de aula.

A partir do exposto, entendemos que o movimento de mobilização e transformação dos saberes docentes, textualizado nas subcategorias apresentadas neste texto, caracteriza-se como um movimento formativo, como uma marca de desenvolvimento profissional, pois reconhecemos, nos textos produzidos pelas professoras, evolução conceitual acerca da MCM, inserindo seus pressupostos em seus contextos de trabalho e, com isso, transformando suas práticas, e ampliação e confronto de seus saberes disciplinares, curriculares e experienciais durante todo o processo formativo do qual participaram, o qual possibilitou reflexões sobre suas práticas e movimentou suas concepções de ensino e aprendizagem, caracterizando um movimento evolutivo da profissão docente.

Podemos afirmar, a partir da análise dos diários de formação e dos diários de planejamento, que os saberes que constituem a docência são indissociáveis e são mobilizados como um amálgama na profissão docente. O professor mobiliza e transforma os saberes docentes diante do contexto em que está inserido e das problemáticas enfrentadas, e isso acontece a partir das interações com o outro, principalmente com os colegas da formação continuada e professoras formadoras, com os colegas na escola e na sala de aula, com os alunos, ou seja, eles se tornam mais conscientes na medida em que são externalizados e socializados.

Desse modo, acreditamos que as ações de formação continuada com modelagem, das quais as professoras participaram, possibilitaram compreender melhor a relação das docentes com o processo de modelagem, suas inseguranças, anseios e dificuldades, e favoreceram o desenvolvimento profissional docente em contexto colaborativo, pois o estudo e a troca de experiências propiciaram a transformação dos saberes docentes e também da prática das professoras.

## REFERÊNCIAS

- ALARCÃO, Isabel. *Professores reflexivos em uma escola reflexiva*. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2010.
- ALMEIDA, Lourdes Werle de; SILVA, Karina Pessoa; VERTUAN, Rodolfo Eduardo. *Modelagem matemática na educação básica*. São Paulo: Contexto, 2012.
- ALMEIDA, Lourdes Werle de. Modelagem matemática e formação de professores. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2004. Recife. *Anais [...]*. Recife: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2004, p. 1-8. CD-ROM.
- ALMEIDA, Patrícia Cristina Albieri de; BIAJONE, Jefferson. Saberes docentes e formação inicial de professores: implicações e desafios para as propostas de formação. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 281-295, 2007.
- BARBOSA, Jonei Cerqueira. As relações dos professores com a modelagem matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2004. Recife. *Anais [...]*. Recife: SBEM, 2004. p. 1-11. 1 CD-ROM.
- BASSANEZI, Rodney Carlos. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática*. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2013.
- BIEMBENGUT, Maria Salett. *Modelagem na educação matemática e na ciência*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.
- BIEMBENGUT, Maria Salett. *Modelagem no ensino fundamental*. Blumenau: Edifurb, 2014.
- BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Lisboa: Porto Editora, 1994.
- BONOTTO, Danusa de Lara. *(Re)configurações do agir modelagem na formação continuada de professores de matemática da educação básica*. 2017. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.
- CREMONEZE, Marcielli de Lemos; CIRÍACO, Klinger Teodoro. Professoras que ensinam matemática e um denominador comum: grupo colaborativo. *Revista Contexto e Educação*, v. 35, n. 112, p. 412-431, 2020.
- FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. *Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia*. São Paulo: Loyola, 1992.
- FIorentini, Dario. A pesquisa e as práticas de formação de professores de Matemática em face das políticas públicas no Brasil. *Bolema*, Rio Claro, v. 21, n. 29, p. 43-70, 2008.
- FIorentini, Dario; CRECCI, Vanessa. Desenvolvimento profissional docente: um termo guarda-chuva ou um novo sentido à formação? *Formação Docente*, Mariana, v. 5, n. 8, p. 11-23, 2013.
- GAUTHIER, Clermont; MARTINEAU, Stéphane; DESBIENS, Jean-François; MALO, Annie; SIMARD, Denis. *Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente*. 2. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2006.



- GILBERT, John K.; BOULTER, Carolyn J.; ELMER, Roger. Positioning models in science education and in design and technology education. In: GILBERT, John K.; BOULTER, Carolyn J. (org.). *Developing Models in Science Education*. Dordrecht: Editora Springer, 2000.
- GÓMEZ, Angel Pérez. O pensamento prático do professor: a formação do professor como profissional reflexivo. In: NÓVOA, Antonio (org.). *Os professores e a sua formação*. Lisboa: Dom Quixote, 1995. p. 93-115.
- GÜLLICH, Roque Ismael da Costa. *O livro didático, o professor e o ensino de ciências: um processo de investigação-formação-ação*. 2012. Tese (Doutorado em Educação nas Ciências) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Unijuí, Ijuí, 2012.
- IMBERNÓN, Francisco. *Formação continuada de professores*. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- JUSTI, Rosaria. La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 24, n. 2, p. 173-184, 2006.
- JUSTI, Rosaria; GILBERT, John K. Modelling, teacher's views on the nature of modelling, implications for the education of modelers. *International Journal of Science Education*, v. 24, n. 4, p. 369-387, 2002.
- MALDANER, Otavio Aloisio. Formação de professores para um contexto de referência conhecido. In: NERY, Belmayr Knopki; MALDANER, Otavio Aloisio (org.). *Formação de professores: compreensões em novos programas e ações*. Ijuí: Editora Unijuí, 2014.
- MARMITT, Rosi Kelly Regina; BONOTTO, Danusa de Lara. Modelagem matemática na educação matemática e formação continuada de professores: caminhos para o desenvolvimento profissional. *Educação Matemática Debate*, Montes Claros, v. 4, p. 1-24, 2020.
- MORAES, Roque. GALIAZZI, Maria do Carmo. *Análise textual discursiva*. 2. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2011.
- MARTINS, Silvio Rogerio; MUTTI, Gabriele de Sousa Lins; CARVALHO, Felipe José Rezende de; KLÜBER, Tiago Emanuel. Grupos de estudos em contextos de formação em modelagem matemática: o sentido atribuído por professores a partir de artigos publicados em periódicos. *Revista Contexto e Educação*, v. 33, n. 104, p. 417-457, 2018.
- PONTE, João Pedro da. Da formação ao desenvolvimento profissional. *Actas do ProfMat 98*, p. 27-44, Lisboa: APM, 1998.
- PORLÁN, Rafael; MARTÍN, José. *El diario del profesor: un recurso para la investigación en el aula*. Sevilla: Díada, 1997.
- PUNTES, Roberto Valdés; AQUINO, Orlando Fernández; NETO, Armindo Quillici. Profissionalização dos professores: conhecimentos, saberes e competências necessários à docência. *Educar Revista*, Curitiba, n. 34, p. 169-184, 2009.
- SCHÖN, Donald. *Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e aprendizagem*. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- SHULMAN, Lee. Those who understand: knowledge growth inteaching. *Educational Researcher*, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.
- TARDIF, Maurice; LESSARD, Claude. *O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas*. 6. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2014.
- TARDIF, Maurice. *Saberes docentes e formação profissional*. 4. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2013.
- TARDIF, Maurice. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários: elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas consequências em relação à formação para o magistério. *Revista Brasileira de Educação*, São Paulo: Anped, n. 13, p. 5-24, 2000.
- TOMAZ, Vanessa Sena; DAVID, Maria Manuela M. S. *Interdisciplinaridade e aprendizagem da matemática em sala de aula*. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.
- VIGOTSKI, Lev Semenovich. *A construção do pensamento e da linguagem*. 2. ed. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2000.
- VIGOTSKI, Lev Semenovich. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- ZABALZA, Miguel Ángel. *Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional*. Porto Alegre: Artmed, 2004.

Todo conteúdo da Revista Contexto & Educação está  
sob Licença Creative Commons CC – By 4.0