

Reflexões sobre um Processo Formativo com Modelagem na Educação pela via da Investigação-Formação-Ação em Ciências e Matemática

Reflections on a Training Process with Modeling in Education Through the way of Research-Training-Action in Science and Mathematics

Esttefani Duarte Brum ^a, Danusa de Lara Bonotto ^b

^a Professora da Rede Municipal de Ensino, Prefeitura Municipal de São Luiz Gonzaga e Prefeitura Municipal de Roque Gonzales, São Luiz Gonzaga, Brasil; ^b Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, Brasil.

Resumo. Este estudo discute um processo formativo com Modelagem na Educação pela via da Investigação-Formação-Ação em Ciências e Matemática - IFACM. A questão norteadora da pesquisa consiste em responder: como a constituição e o desenvolvimento da espiral autorreflexiva contribui para o desenvolvimento profissional do professor? Os dados empíricos foram constituídos a partir de 5 cinco encontros de formação continuada desenvolvidos com seis professoras que ministram aulas de Ciências ou Matemática nos Anos Finais do Ensino Fundamental. A análise seguiu os procedimentos da Análise Textual Discursiva, a qual permitiu o reconhecimento de duas categorias emergentes que tratam sobre: 1) o movimento reflexivo dos professores e 2) a vivência do processo de Modelagem na Educação. Em relação à primeira categoria, as reflexões apresentadas pelas professoras estão centradas em discutir problemas emergentes da própria prática pedagógica. Acerca da formação continuada, relacionamos ao movimento de reflexão sobre a prática e para a prática, conforme prevê o modelo de Investigação-Formação-Ação. Sobre a formação com Modelagem, a análise marca o potencial das perguntas pedagógicas, por meio das quais as professoras expressaram seus conhecimentos sobre os conteúdos abordados. Ainda nesta categoria, após a vivência do processo de Modelagem, as professoras conseguem expressar suas compreensões frente às etapas da Modelagem, bem como reconhecer potencialidades e desafios em sala de aula. No decorrer dos encontros, foi possível reconhecer elementos da espiral autorreflexiva vinculados à problematização, reflexão sobre e para a prática docente. Além disso, percebeu-se o envolvimento das professoras em todas as etapas e a pré-disposição delas em melhorar a qualidade do ensino, reafirmando o comprometimento com a aprendizagem de seus alunos.

Abstract. This study discusses a training process with Modeling in Education through Research-Training-Action in Science and Mathematics - IFACM. The guiding question of the research is to answer: how does the constitution and development of the self-reflective spiral contribute to the professional development of the teacher? The empirical data were constituted from 5 continuing education meetings developed with six teachers who teach Science or Mathematics in the Final Years of Elementary School. The analysis followed the procedures of Discursive Textual Analysis, which allowed the recognition of two emerging categories that deal with: 1) the reflective movement of the teachers and 2) the experience of the Modeling in Education process. Regarding the first category, the reflections presented by the teachers are centered on discussing problems emerging from the pedagogical practice itself. Regarding continuing education, we relate it to the movement of reflection on practice and for practice, as foreseen by the Research-Training-Action model. Regarding training with Modeling, the analysis highlights the potential of pedagogical questions, through which teachers expressed their knowledge about the content covered. Also in this category, after experiencing the Modeling process, teachers are able to express their understanding of the Modeling stages, as well as recognize potential and challenges in the classroom. During the meetings, it was possible to recognize elements of the self-reflective spiral linked to problematization, reflection on and for teaching practice. In addition, it was possible to notice the involvement of teachers in all stages and their willingness to improve the quality of teaching, reaffirming their commitment to their students' learning.

Palavras-chave:

Ensino de Ciências, Educação Matemática, Formação continuada, Reflexão.

Submetido em

30/04/2025

Aceito em

01/10/2025

Publicado em

19/02/2025

Keywords: Science Teaching, Mathematics Education, Continuing Education, Reflection.

Introdução

A formação continuada de professores vem sendo discutida por diferentes autores do meio acadêmico e cada vez mais se percebe o interesse em compreender o trabalho do professor e os conhecimentos necessários à docência. Talvez, esse desencadear de interesses se deva às grandes mudanças enfrentadas pela escola e a necessidade de repensar as práticas pedagógicas nela desenvolvidas. Conforme aponta Imbernón (2011), a educação dos seres humanos se tornou mais complexa, refletindo com mesma intensidade na profissão docente. Segundo o autor mencionado, isso se deve à ligeira mudança adotada pelas comunidades sociais no que tange à organização familiar, à forma de pensar, agir e sentir, e à expansão da tecnologia e dos meios de comunicação.

As mudanças esperadas na escola, muitas vezes, estão atreladas unicamente ao professor, sobre o qual sugere-se que sua atuação ocorra de forma diversificada. Nóvoa (2019, p.2) assegura que “a escola substituiu o trabalho, a rua e mesmo o lar como lugar de socialização e de formação”. Logo, o trabalho que o professor desenvolve em sala de aula tem a incumbência de reconstruir culturas e identidades diversas, o que pode trazer para muitos dos profissionais a sensação de insuficiência. Por isso, percebemos que a profissão professor traz consigo muitos impasses e desafios, já que é carregada de intencionalidade política e ideológica. Em virtude disso, torna-se pertinente repensar os modelos de formação adotados, seus fundamentos e métodos.

Entendemos que o exercício da profissão docente exige sobretudo que a atualização esteja associada ao sentimento e à consciência de que ela é inevitável, a fim de melhorar a prática pedagógica e as ações na sala de aula. Assim, pensar a formação continuada de professores é pensar na superação da distância, muitas vezes, estabelecida entre a teoria e a prática, para promover reflexões e a reconstrução de saberes oriundos da própria prática dos professores, permitindo que se desenvolvam enquanto profissionais.

Neste estudo, apostamos em um modelo de formação continuada pautado na reflexão e organizado a partir de problemas provenientes do contexto das professoras participantes, buscando agir no sentido de auxiliá-las a repensarem sua prática pedagógica, na perspectiva de transformá-la, ou seja, um modelo formativo fundamentado na Investigação-Formação-Ação -IFA, conforme defendem Alarcão (2011) e Güllich (2013). Dessa forma, designamos a Investigação-Formação-Ação em Ciências e Matemática (IFACM), a qual vem do desejo de compreender os caminhos trilhados por professoras que ensinam Ciências e Matemática.

Na perspectiva de contemplar o modelo proposto, adotamos a Modelagem na Educação – ME como método de ensino com pesquisa, pois, conforme Biembengut (2016, p. 23), por meio da ME é possível “ensinar aos estudantes os conteúdos curriculares e ao mesmo tempo a fazer pesquisa”. Nesse sentido, e considerando que o estudo de revisão realizado por Brum (2023) evidenciou reduzido número de pesquisas entrelaçando os fundamentos da IFA e o processo de ME, acreditamos ser importante a realização de processos formativos pautados nesses referenciais. Consequentemente, permitindo que mais professores se sintam encorajados em utilizar a ME em suas aulas, possibilitando que mais alunos vivenciem o caráter investigativo favorecido pelos pressupostos da ME e tornando-os pessoas mais críticas e criativas, com

capacidade para reconhecer e formular problemas que despertem o seu interesse, descrever, representar e resolver esses problemas utilizando diferentes linguagens, bem como avaliar e validar as respostas encontradas. Esses aspectos podem tornar o aluno mais autônomo na construção do seu conhecimento e favorecer o desenvolvimento de habilidades para reconhecer e intervir na realidade em que vive.

Entretanto, para que os fundamentos da ME façam parte do trabalho do professor, é necessário contextos formativos que favoreçam o aprender por meio da ME, sobre ME e fazer ME, de acordo com Bonotto (2017). Além disso, que, por meio dessas dimensões, o professor possa refletir sobre os processos de ensino e de aprendizagem. Por isso, apostamos na formação continuada organizada e desenvolvida a partir do contexto de trabalho dos professores.

Neste estudo, apresentamos resultados obtidos por meio de uma pesquisa qualitativa, desenvolvida com um grupo de professoras atuantes nos Anos Finais do Ensino Fundamental, em que todas são profissionais efetivas em uma rede municipal de ensino, situada na região missioneira do estado do Rio Grande do Sul. As docentes ministram aulas de Ciências ou Matemática e vivenciaram um processo formativo mediado pela ME pela via da IFACM. Dessa forma, esta pesquisa tem como objetivo compreender como a constituição e o desenvolvimento da espiral autorreflexiva contribui para o desenvolvimento profissional do professor. A resposta para essa questão é apresentada neste texto, o qual está organizado, inicialmente, a partir da discussão sobre Modelagem na Educação pela via IFACM e o desenvolvimento profissional docente. Na sequência, textualizamos a ME como um conhecimento pedagógico do conteúdo na perspectiva de Shulman (1987), os procedimentos metodológicos, as discussões e resultados e, por fim, as considerações sobre o estudo desenvolvido.

Modelagem na Educação pela via da IFACM e o Desenvolvimento Profissional Docente

A ME tem sido o foco dos estudos de Maria Salett Biembengut nos últimos anos, tendo em vista suas reflexões em como “romper com esta estrutura de ensino em disciplinas” (Biembengut, 2016, p. 19). Tais reflexões da autora também instigam outros profissionais da área a refletirem sobre o tema, nas quais sentimo-nos incluídas enquanto professoras pesquisadoras. Tal envolvimento se dá por reconhecermos que a ME, ao ser incluída nos diferentes contextos escolares, constitui-se como uma oportunidade de tornar alunos e professores sujeitos mais interativos nos processos de ensino e de aprendizagem.

Na área do Ensino de Ciências, reconhecemos o estudo de Gilbert e Justi (2016), os quais concebem a Modelagem como uma prática epistêmica da Ciência, que inclui não apenas a produção, mas também a validação e a utilização de modelos, os quais são considerados como artefatos epistêmicos, ou seja, como uma ferramenta do pensamento utilizada no processo de produção de um conhecimento científico.

No que se refere ao processo de Modelagem, Biembengut (2016, p. 96) define como a “ação de fazer modelo ou os procedimentos requeridos na elaboração de um modelo”, processo este

desenvolvido em diversas áreas como: na escultura, na biologia e, na moda. A autora denomina de ME a adaptação do processo de Modelagem aplicado à educação, reconhecendo perpassar os caminhos da pesquisa científica desde a escolha do tema, formulação do problema e apresentação dos resultados por meio de um modelo e, destarte, denomina a ME como um método de ensino com pesquisa. Para essa autora, modelo refere-se à representação de alguma coisa e essa representação pode se dar por meio de uma maquete, uma figura e, quando se utiliza da linguagem matemática para expressão do processo, ela utiliza a denominação de modelo matemático.

Tanto na Educação quanto em outra área do conhecimento, o trabalho com Modelagem dá-se a partir de uma situação-problema, cuja solução pode levar à obtenção e à organização de dados e informações, os quais interagem entre si resultando na elaboração de um modelo. Baseada em distintos autores, Biembengut (2016, 2019) fundamenta o processo de ME perpassando três fases, as quais são definidas a partir dos estágios do processo cognitivo de George (1973) e Kant (1995). A autora argumenta que Kant (1995) denominou o processo mental de “faculdade do conhecimento espontâneo” e o dividiu em três estágios: (1º) apreensão, (2º) percepção e (3º) exposição. George (1973) também percebeu o processo cognitivo em três estágios, mas os definiu como: (1º) percepção, (2º) compreensão e (3º) representação. Logo, baseado nessas denominações, Biembengut (2016) apresenta que o processo de Modelagem está organizado em três etapas: 1) Percepção e Apreensão; 2) Compreensão e Explicitação; e 3) Significação e Expressão. Nestas, a própria nomenclatura atribuída se encarrega de expressar a ação esperada em cada uma das fases.

Ao apresentar a primeira etapa, Biembengut (2016, p. 72) afirma que a “percepção implica a capacidade de captar eventos ou ideias, misturar, selecionar e relacionar com as que dispomos [...] é um processo complexo que compreende receber e identificar informações provenientes do próprio corpo ou do meio circundante e classificá-las”. Na educação, essa tarefa se constitui como um processo exploratório, que nos permite obter informações e construir conceitos ligados aos próprios objetivos. Assim, quando há interesse por um determinado assunto/tema e a presença de um possível problema a ser solucionado, seja ele percebido/escolhido pelo professor ou pelos alunos, se está a contemplar a percepção. Ao moverem-se para a busca de informações referentes ao assunto/tema de interesse, acontece a apreensão, por meio da qual é possível adquirir arcabouços teóricos a respeito do que se pretende investigar. Para isso, utiliza-se o sistema auditivo, visual, olfativo, tátil e gustativo para acessar o mundo e trazer o significado das coisas que nos rodeiam, sendo o processo de ME também entendido como um processo organizado cognitivamente.

A segunda etapa, denominada “Compreensão e Explicitação”, desenvolve-se a partir da percepção e tem como resultado o conhecimento. Conforme Biembengut (2016, p. 73), “compreender é expressar de forma intuitiva uma sensação”, pois, ao haver o interesse por um determinado tema/assunto, movem-se ações para melhor resolver/explicá-lo. É nessa etapa da ME, a qual evolve a formulação do problema e a elaboração do modelo, que possivelmente se resolve o problema em questão. Entendemos que essa é a etapa mais complexa e relevante ao pensarmos o processo de Ensino de Ciências e Matemática, pois é nela, que emergem os conceitos e o conhecimento científico é desenvolvido. De acordo com

Biembengut (2016), o processo cognitivo presente consiste na seleção e filtragem das informações que são processadas pela mente para gerar a compreensão e o entendimento. Por ser um processo cognitivo, é diferente de pessoa para pessoa (Biembengut, 2016).

A terceira etapa denominada “Significação e Expressão”, encarrega-se de traduzir e representar as informações compreendidas. Esse processo acontece por meio de modelos e implica expressar o modelo e verificar se ele explica o problema que o gerou, possibilitando que este seja avaliado e validado. Tais símbolos e/ou modelos podem ser internos ou externos, conforme sugere Biembengut (2016),

As representações internas ou modelos mentais são as que construímos no sistema cognitivo para a compreensão do meio em que vivemos, sendo uma forma de sobrevivência, e as representações externas são aquelas que conseguimos expressar ou produzir externamente como pinturas, desenhos, fotografias, objetos, maquetes, projetos, teorias etc. (Biembengut, 2016, p. 75).

Conforme a relevância dos modelos para a compreensão do meio em que vivemos, e, de acordo com o apresentado pela autora, fortalecemos o propósito da ME, visto que, a partir dos modelos criados a começar de determinadas situações, a mente se prepara para saber agir e tomar decisões frente às diferentes situações que possam surgir semelhantes ao contexto modelado. Então, reiteramos que a ME é um método de ensino com pesquisa que possibilita melhorar a prática dos professores e, conseqüentemente, beneficiar os alunos, tornando-os sujeitos interativos na sua aprendizagem.

As etapas do processo de ME possuem similaridade com as etapas de uma pesquisa científica, desde a escolha do tema, formulação do problema, obtenção e tratamento de dados, levantamento e comprovação de hipóteses, e expressão do resultado por meio de um modelo. A escolha do tema pode partir do interesse dos alunos, ou o tema pode ser sugerido pelo professor. O tema pode dialogar com questões emergentes e atuais, como as Questões Sociocientíficas (QSC), que de acordo com Carvalho *et al.* (2021) e Fonseca e Druso (2023) estão imbricadas à realidade da qual o aluno faz parte; ou vinculadas à perspectiva da Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) que tem como objetivo o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisões por parte dos cidadãos e a construção de valores (Moreno-Rodrigues & Del Pino, 2023).

Ao problematizar a realidade, os conteúdos curriculares ganham relevância social potencializando reflexões críticas a partir de situações do contexto dos alunos, de modo que eles tenham a oportunidade de posicionarem-se de forma crítica e reflexiva visando o desenvolvimento de seu pensamento crítico, o qual para Tenreiro-Vieira e Vieira (2014, 2019) é considerado como um pensar ético e eficaz em vários contextos e domínios para resolver problemas e tomar decisões fundamentadas sobre em que acreditar ou como agir de maneira responsável e sustentável. Para esses autores as capacidades de “fazer e responder a questões de clarificação, resumir, analisar argumentos, avaliar a credibilidade de fontes, fazer deduções, formular hipóteses e conclusões, fazer juízos de valor, identificar falácias, identificar assunções e argumentar”, são as “capacidades do pensamento” mais comumente aceitas entre teóricos e referenciais que o estudam (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2014, p. 15).

Junto à ME, apostamos no modelo de formação continuada defendida por Güllich (2013) pautado na perspectiva da investigação-formação-ação de Alarcão (2011), a qual concebe a reflexão como categoria formativa, ou seja, transforma a experiência pela via reflexiva e possibilita um movimento de pesquisa da própria prática e, na reflexão crítica de Carr e Kemmis (1988), possibilitando pensar na associação entre pensamento crítico e reflexão crítica. Carr e Kemmis (1988) concebem a reflexão crítica como uma atividade social e, como tal, deve ser planejada e organizada sistematicamente com o objetivo de levar os professores a pensarem criticamente e a colaborarem mutuamente para o desenvolvimento profissional e a melhoria das condições do seu próprio trabalho. Desse modo, a IFA auxilia o professor na compreensão e na reflexão de suas práticas pedagógicas, e, pode ser definida como “[...] uma forma de investigação autorreflexiva que os participantes empreendem em situações sociais a fim de melhorar a racionalidade e a justiça de suas próprias práticas, sua compreensão das mesmas e das situações em que ocorrem” (Carr & Kemmis, 1988, p. 174).

Nessa perspectiva, propomos IFACM, incentivando a utilização da ME como método de ensino com pesquisa para ensinar Ciências e Matemática e, portanto, como um conhecimento pedagógico do conteúdo na perspectiva de Shulman (1987). A IFACM decorre da decisão dos professores em apropriarem-se do conteúdo e da forma em que estão ministrando suas aulas, e passarem a aceitar a transformação dos conhecimentos que possuem, por meio da reflexão sobre as atividades desenvolvidas e da própria prática docente. Sustentamos o desenvolvimento da IFACM a partir do referencial teórico adotado, o qual prevê uma espiral autorreflexiva que se desenvolve através de ciclos definidos como: problema, observação, reflexão, planificação e ação (Alarcão, 2011).

O modelo IFACM carrega a essência do modelo defendido por Alarcão (2011) e Güllich (2013), os quais defendem que através da observação e reflexão sobre a prática é possível identificar os problemas emergentes. Estes requerem a organização de uma solução possível, iniciando um novo ciclo da espiral autorreflexiva. Ao perpassar cada um dos ciclos da espiral algumas ações são esperadas, conforme exposto na Quadro 1.

Quadro 1. Os ciclos da espiral reflexiva

IFACM	Problema	Observação e Reflexão	Planificação	Ação
	Identificação do problema emergente da prática cotidiana dos professores participantes.	Compreensão do problema e seus vários elementos por meio da observação reflexiva e crítica.	Planejamento da possível solução.	Execução do planejamento.

Fonte: Autoras, 2023.

Assim, este estudo considera a IFACM como o modelo de formação continuada adotado a partir do desenvolvimento de práticas de ME. Entendemos que o desenvolvimento de formações continuadas que carregam o aspecto investigativo e problematizador, possibilitam uma mudança no ambiente educacional e social, visto que esse professor não será um mero participante, mas estará a analisar criticamente dados do seu contexto na perspectiva de transformá-lo. Esse processo de reflexão e investigação sobre a prática possibilita ao

professor a renovação e a inovação no ensino de Ciências e Matemática provocando um movimento de desenvolvimento profissional docente, concebido, a partir de Fiorentini e Crecci (2013, p.13), como um processo “contínuo de transformação e constituição do sujeito, ao longo do tempo”, um processo de múltiplas experiências espontâneas de aprendizagem que contribuem para a melhoria da qualidade da educação em sala de aula.

Modelagem na Educação: conhecimento pedagógico do conteúdo

A prática no contexto escolar continua a carregar dificuldades em possibilitar que o ensino possa ser efetivamente percebido, interpretado, entendido, compreendido, produzido e (re)organizado em seus diferentes contextos diários. Essas afirmações nos remetem a uma discussão pedagógica frente a como tornar os conhecimentos acessíveis aos alunos e que façam sentido a eles aprenderem na escola.

Nesse sentido, saber o conteúdo a ser ensinado é insuficiente para a prática escolar. É necessário saber transformar os conteúdos, de modo a torná-los pedagogicamente relevantes para os alunos em seus contextos, conforme defende Shulman (1987). Segundo o autor, essa habilidade é o que distingue os professores de outros profissionais, o qual ele nomeia, Conhecimento Pedagógico do Conteúdo-PCK¹. Shulman (1987) considera o PCK um conjunto de maneiras de representação, originados tanto na pesquisa, quanto nos saberes provenientes da prática docente. Tendo em vista essa definição, entendemos que a ME se configura como um PCK, visto que se trata de uma forma de ensinar um conhecimento específico por meio da pesquisa, a qual requer além do conhecimento do conteúdo, mediar a pesquisa perpassando as três etapas definidas como: 1) Percepção e Apreensão; 2) Compreensão e Explicitação; e 3) Significação e Expressão (Biembengut, 2016).

Para esse propósito, subscrevemos a compreensão de Shulman (1987), ao afirmar que o PCK diz respeito à compreensão de professor como aquele que facilita ou dificulta a aprendizagem de um determinado conteúdo. Assim, o planejamento da atividade com ME e os conteúdos abordados consistem em uma tarefa do professor, que, no decorrer de sua execução, age como um intermediador nos processos de ensino e de aprendizagem. Portanto, ensinar por meio da ME requer do professor a capacidade de conhecer o contexto que será pesquisado, usar os processos da ME para o ensino, organizar os conteúdos que serão estudados na proposta planejada, além de lidar com a imprevisibilidade, visto que durante o desenvolvimento da prática de ME podem surgir elementos, os quais o professor pode não ter pensado, mas que o contexto se encarregou de mostrá-los.

Para Shulman (1986), a capacidade de tornar os conteúdos compreensíveis para os alunos é o que distingue os professores dos outros profissionais, sendo a especificidade de sua disciplina o centro da sua profissionalização. O autor ainda ressalta que o domínio dos conteúdos por parte do professor ocorre em três níveis: conhecimento do conteúdo em si, conhecimento curricular do conteúdo e conhecimento pedagógico do conteúdo. À vista disso, acreditamos que práticas pedagógicas amparadas no conhecimento do conteúdo, do currículo

1 Pedagogical Content Knowledge

e pedagogicamente estruturadas podem possibilitar experiências que potencializam a aprendizagem dos alunos. É em função disso que inserimos a Modelagem na estrutura do PCK, visto que se configura como um método, pois possui etapas que orientam o processo e pode problematizar temas do contexto dos alunos, por meio da pesquisa, visando o ensino de um conhecimento curricular, ou seja, o PCK é “aquela amálgama especial do conteúdo e da pedagogia” (Shulman, 1987, p. 8, tradução nossa).

Fizemos essa referência por entendermos a ME nas especificidades do conhecimento pedagógico do conteúdo, já que é um método de tornar os conhecimentos curriculares acessíveis aos alunos, que se desenvolve a partir de um problema, cuja solução será expressa no momento em que fazemos Modelagem, usando os conhecimentos curriculares e do conteúdo como meios para solucioná-lo. É por isso que, criar situações de Modelagem a partir do contexto, é contemplar as necessidades dos alunos, pois trabalha-se com uma situação de aprendizagem, frente a um contexto específico para aquele grupo.

Metodologia

Esta investigação tem como questão norteadora: como a constituição e o desenvolvimento da espiral autorreflexiva contribui para o desenvolvimento profissional do professor? Possui abordagem qualitativa, conforme postulam Bogdan e Biklen (1994, p. 16), pois os dados são descritivos e carregam particularidades referentes a “pessoas, locais e conversas”. Segundo os autores, em uma investigação qualitativa, os dados levantados devem ser em forma de palavras ou imagens e os resultados obtidos devem conter citações com base nos dados para sustentar a apresentação. Nesta investigação, os dados foram obtidos por meio da realização de cinco encontros de formação continuada, os quais foram mediados pela professora pesquisadora (primeira autora deste texto) e sua orientadora e foram realizados virtualmente por meio da plataforma Cisco Webex Meetings. Os encontros foram gravados e, posteriormente, transcritos. Para realizar as transcrições, utilizamos o dispositivo online Transkriptor, o qual realiza a conversão de áudio em texto, dando forma ao conjunto de textos que constituem o *corpus* de análise desta pesquisa. Os sujeitos da pesquisa são seis professoras, das quais, três ministram aulas de Ciências e três aulas de Matemática nos Anos Finais do Ensino Fundamental.

Na sequência, descrevemos o contexto dos encontros formativos e os procedimentos de análise dos dados.

Os encontros de formação

O desenvolvimento da formação continuada iniciou com a submissão do projeto junto ao Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos, com Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) de número 52409421.0.0000.5564 e aceite das participantes por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). A organização dos encontros formativos teve início com a realização de uma entrevista semiestruturada, a qual objetivou a compreensão da prática pedagógica de seis professoras que ministram aulas de Ciências e Matemática em uma rede municipal de ensino, situada na região missioneira

do estado do Rio Grande do Sul. A realização da entrevista caracteriza o primeiro movimento da espiral autorreflexiva do processo de IFACM, por meio da qual se deu a problematização da prática das professoras e, a partir daí, a organização dos encontros formativos. Levamos em conta esse aspecto por defendermos, junto com Nóvoa (2009, p. 19), a formação de professores baseada em uma investigação que tenha como “problemática a ação docente e o trabalho escolar”.

Considerando que, no desenvolvimento das entrevistas, as professoras mencionaram a dificuldade de incluir temas do cotidiano para a abordagem de conteúdos específicos, e levando em consideração que a professora pesquisadora pertence a mesma rede de ensino e conhece a realidade das escolas em que as professoras participantes atuam, o tema proposto para a formação continuada com ME foi: Educação Financeira e Educação Ambiental. Além disso, a escolha do tema baseou-se no fato de que as famílias de muitos alunos das escolas que as professoras atuam têm suas rendas obtidas a partir da coleta seletiva de materiais recicláveis. Assim, vislumbramos nesse tema, a possibilidade de contemplar conteúdos presentes nos currículos de Ciências e Matemática, trazendo para a proposta a abordagem de um tema da realidade vivenciada pelos alunos e professores e de caráter interdisciplinar, o qual é inerente ao processo de Modelagem.

No primeiro encontro de formação continuada realizamos uma breve apresentação das participantes e da proposta do curso. Na sequência, ocorreu um diálogo sobre os entendimentos das professoras participantes sobre modelos e Modelagem, trazendo um resgate de suas compreensões apresentadas na entrevista semiestruturada e, a partir disso, iniciou-se o desenvolvimento de uma prática de ME a partir da seguinte temática: O tema embalagens nas aulas de Ciências e Matemática.

Essa prática de ME teve como objetivo promover discussões sobre: a importância das embalagens na vida cotidiana; o descarte adequado; a necessidade de reduzir, reutilizar, reciclar, recusar e repensar, com o objetivo de minimizar o impacto dos resíduos humanos – priorizando a redução e reutilização; possíveis iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, considerando a análise de ações de consumo consciente. Durante o desenvolvimento da prática de ME, foi possível a abordagem de conteúdos curriculares como: densidade, razão, proporção e volume.

A prática de Modelagem perpassou as três etapas propostas por Biembengut (2016), no entanto, nesse encontro, desenvolvemos apenas a primeira etapa, a qual trata da Percepção e Apreensão. Nessa etapa da ME, dá-se a escolha do tema e a familiarização com ele por meio da busca de informações em diferentes fontes e compreensões iniciais sobre a temática, além da delimitação da situação-problema.

A proposição do tema foi realizada pelas professoras formadoras, considerando que no município, na qual a pesquisa foi desenvolvida, há muitas pessoas que realizam a coleta de embalagens recicláveis, sendo esta, muitas vezes, a principal fonte de renda das famílias. Destacamos que, dentre as embalagens recicláveis, direcionamos as discussões para as garrafas PET e para as latinhas de refrigerante, visto que além de possuírem o valor mais alto entre os produtos recicláveis, também são as que maior possuem possibilidade de venda na

cidade. Além disso, filhos das famílias que recolhem o lixo reciclável são alunos das professoras participantes da formação.

Para as compreensões iniciais das professoras sobre o tema, foi realizada uma roda de conversa abordando as seguintes questões: 1) Você já abordou esse tema em suas aulas? Como?; 2) Que aspectos/elementos você considera importantes de serem abordados a partir desse tema para o ensino e a aprendizagem de Ciências e Matemática?; 3) Qual importância da embalagem em nossas vidas?; 4) Como o descarte dos resíduos que produzimos impactam na vida de todos os habitantes do planeta?; 5) O que podemos fazer a respeito desse problema?; e 6) Como podemos utilizar o descarte de resíduos de modo a preservar a vida no planeta e melhorar a qualidade de vida das pessoas? Para finalizar o encontro, foi sugerida a produção de narrativas na forma de diários de formação. A produção de diários é uma estratégia do desenvolvimento da capacidade reflexiva na perspectiva da IFA, pois a escrita sobre as experiências vivenciadas possibilita ressignificar o acontecido (Alarcão, 2011).

A continuidade das discussões realizou-se no segundo encontro, em que iniciamos com a leitura dos diários de formação, visando resgatar aspectos discutidos no encontro anterior e compartilhar reflexões sobre o desenvolvimento da primeira etapa do processo de ME. Nesse encontro, partimos para as discussões referentes ao alumínio, com o objetivo de compreender a origem desse metal, suas propriedades, seu processo de obtenção e os impactos ambientais e socioeconômicos de sua produção. Além disso, discutiu-se sobre seu processo de reciclagem e as vantagens para o meio ambiente e para a melhoria da qualidade de vida da população.

Os questionamentos que mediarão o encontro foram: 1) Quais impactos o descarte inadequado de latinhas pode causar?; 2) O que acontece com uma latinha de refrigerante vazia quando jogada em rios, lagos?; Por que isso acontece?; E se a latinha estiver fechada, conservando o seu conteúdo original, muda alguma coisa? Por quê? 3) Considere o número da população municipal e que cada habitante consuma pelo menos uma latinha de refrigerante por mês: qual a quantidade de latinhas acumuladas mensalmente?; O que é feito com essas latinhas?; O que poderia ser feito?; e 4) Como podemos utilizar o descarte desses resíduos de modo a preservar a vida no planeta e melhorar a qualidade de vida das pessoas?

Destacamos que esse movimento, em especial o segundo questionamento, encaminha para a abordagem de conteúdos curriculares como: razão e proporção, densidade e volume, sendo que o conceito de densidade é essencialmente matemático, visto que compreende a razão entre a massa e o volume de um determinado material. Esses aspectos caracterizam a transição entre as etapas do processo de ME: Percepção e Apreensão e a Compreensão e Explicitação. A segunda etapa tem continuidade a partir da realização de uma atividade investigativa na qual as professoras deveriam verificar o que acontecia quando colocávamos latinha vazias de Coca-Cola com diferentes volumes (350 ml, 220 ml e 310 ml) em um balde com água. O terceiro questionamento, disponível abaixo, foi direcionado para a resolução dos problemas: 1) Qual a quantidade de latinhas é necessária recolher para que, ao final do mês, o catador tenha o rendimento de um salário mínimo?; 2) Qual a quantidade de lacres é necessária para realizar a troca por uma cadeira de rodas? É fácil ou difícil arrecadar essa quantidade de lacres?; Como isso poderia ser realizado na escola? Na comunidade?; e 3) Quantas garrafas PET de 2 L são necessárias preencher para trocar por uma cadeira de rodas?

Salientamos que os questionamentos realizados, para além da abordagem de conteúdo, relacionam-se a objetivos pedagógicos de caráter social e de compreensão crítica do mundo. Nesse sentido, a intencionalidade pedagógica está direcionada para o reconhecimento e o direcionamento de ações que mobilizem as professoras participantes da formação, para extrapolar o foco da aprendizagem de Ciências e Matemática em si e valorizarem os encontros formativos, também, como tempo e espaço de reflexão sobre os problemas que afligem a sociedade, ou seja, para a sua formação crítica enquanto cidadãs. Com esse movimento a partir da formação continuada, acredita-se na possibilidade das professoras “promoverem o pensamento crítico dos alunos no contexto de situações-problemas de relevância social que envolva a Ciência e a Tecnologia” (Vieira, 2003, p.146).

Os problemas foram formulados pelas professoras formadoras e os dados necessários para a resolução foram discutidos entre os participantes e, após, fornecidos pelas professoras formadoras, visto a disponibilidade de tempo do encontro. A etapa de Significação e Expressão foi realizada no terceiro encontro, a partir da organização de uma representação – modelo, contemplando elementos considerados importantes na visão das professoras.

No terceiro encontro de formação, iniciamos com as leituras dos diários de formação e apresentação dos modelos organizados pelas professoras referentes à prática de ME desenvolvida nos dois primeiros encontros. Em um segundo momento, aconteceu a palestra, intitulada “Entrelaçamentos entre Educação Ambiental e Educação Financeira”, ministradas por duas professoras de uma universidade pública localizada na região noroeste do estado do RS. A partir das discussões promovidas no transcorrer da palestra, as participantes realizaram questionamentos referindo-se ao tema discutido, havendo início o desenvolvimento de uma nova prática de ME, envolvendo Educação Financeira e Educação Ambiental a partir da proposição do seguinte problema: É possível fazer 6 litros de detergente caseiro com apenas R\$ 3,00? Qual o custo para a produção de 1 litro de detergente caseiro? Qual o custo do detergente caseiro considerando os litros produzidos? Como você avalia a produção de detergente caseiro e do comprado em mercados? Diferente da prática realizada anteriormente, as professoras foram orientadas a realizarem a obtenção dos dados referentes aos valores dos produtos necessários para a produção do detergente. Finalizando esse encontro, propomos a escrita do diário de formação e a leitura do artigo “Educação Financeira na Escola Básica: um experimento com Modelagem Matemática” (Silva & Reinheimer, 2019).

O quarto encontro de formação, iniciou com a leitura dos diários de formação e, a partir dos modelos apresentados no terceiro encontro, teorizamos as etapas do processo de ME e a compreensão de modelo e Modelagem a partir de Biembengut (2016), apresentando as diferentes representações para a expressão do modelo: desenho, imagem, lei matemática, gráfico, esquema, mapa e maquete. Na continuidade do encontro, as professoras socializaram os valores dos produtos solicitados no encontro anterior. Destacamos que, na receita para a produção do detergente, havia diferentes unidades de medida de massa, por exemplo: 500 ml de detergente e 3 colheres de açúcar. Desse modo, foi necessário a identificação de quantos gramas comporta uma colher de sopa de açúcar, ou seja, o conceito de proporcionalidade foi evidenciado e discutido. Ainda, o custo de fabricação do detergente foi representado por uma

função linear, sendo possível a sua expressão na representação algébrica, tabular e gráfica. Finalizando o encontro, encaminhamos para leitura o texto “Modelagem na sala de aula: resistências e obstáculos” de Silveira e Caldeira (2012).

O quinto encontro marcou o encerramento dos encontros de formação continuada. Como planejado, iniciamos com a leitura dos diários de formação, direcionando as discussões para reflexões sobre e a partir da formação continuada, tendo como referência o texto indicado para leitura no encontro anterior. O texto aponta potencialidades e desafios sobre a inserção de práticas pedagógicas de Modelagem, as quais foram trazidas para discussão, vinculadas ao contexto escolar no qual as professoras estão inseridas. Posteriormente, foi proposto como atividade remota assíncrona a produção de narrativas na forma de diários de formação.

O Quadro 2, a seguir, apresenta a síntese dos encontros formativos.

Quadro 2. Síntese dos encontros formativos realizados.

Encontro/Etapa	Ações Realizadas
1° Encontro: aprender por meio da ME. Etapa 1: percepção e apreensão.	Compreensões sobre modelo e Modelagem; 1° Etapa ME: compreensões sobre o tema embalagens nas aulas de Ciências e Matemática.
2° Encontro: aprender por meio da ME. Etapa 2: compreensão e explicitação. Etapa 3: significação e expressão.	Leitura dos diários de formação; 2° Etapa da ME: atividade investigativa - razão e proporção, densidade e volume. 3° Etapa: proposta de sistematização
3° Encontro: aprender por meio da ME. Etapa 3: significação e expressão. Entrelaçamentos entre educação ambiental e educação financeira.	Leitura dos diários de formação; 3° Etapa: apresentação e validação dos modelos; palestra;
4° Encontro: aprender sobre ME. Realização de um novo processo de ME.	Leitura dos diários de formação; Prática de ME - produção de detergente líquido. Discussão teórica - Biembengut (2016).
5° Encontro: encerramento da formação continuada.	Leitura dos diários de formação; Discussão sobre potencialidades e desafios da inserção de práticas pedagógicas de ME.

Fonte: Autoras, 2023.

Na próxima seção, apresentamos os procedimentos de análise dos dados constituídos a partir da formação continuada desenvolvida.

A análise dos dados

Para a análise dos dados, seguimos os procedimentos da Análise Textual Discursiva (ATD), a qual prevê o reconhecimento de sentidos a partir da leitura do conjunto de textos selecionados (Moraes & Galiazzi, 2016). Neste estudo, os dados analisados advêm da formação continuada que teve seu desenvolvimento gravado e, posteriormente, transcrito compondo um conjunto de textos. Segundo Moraes e Galiazzi (2016, p. 33), na ATD, a “intensão é a compreensão, a reconstrução de conhecimentos existentes sobre os temas investigados”, ao percurso de três momentos: desmontagem dos textos, estabelecimentos de relações e captação do novo emergente. Conforme Moraes e Galiazzi (2016, p. 34), o primeiro momento “implica examinar os textos em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de produzir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados”.

Perfazendo esse caminho, com o conjunto de textos, realizou-se a leitura e a fragmentação em Unidades de Sentido (US), identificando cada uma delas por meio de código alfanumérico, indicando o encontro de formação, as professoras e a disciplina que ministram, e a unidade de sentido referente, conforme ilustramos na Figura 1, a seguir.

Encontro Professora de Matemática J US 6
E1 PMJ 6

Figura 1. Código alfanumérico de identificação das US.

Fonte: Autoras, 2023.

No segundo momento, ocorre o estabelecimento de relações, o qual “envolve construir relações entre as unidades de base, combinando-as e classificando-as, reunindo esses elementos unitários na formação de conjuntos que congregam elementos próximos, resultando daí sistemas de categorias” (Moraes, & Galiuzzi, 2016, p. 34). Esse processo permitiu reconhecermos doze categorias iniciais, que, por meio do estabelecimento de relações convergiram para a formação de sete categorias intermediárias as quais reúnem unidades de sentido semelhantes que deram origem às categorias finais, e são representativas do fenômeno em estudo. As duas categorias finais são emergentes do processo de análise: a primeira discute as reflexões dos professores e, a segunda, refere-se à vivência do processo de ME no decorrer da formação. Distinguimos as categorias como emergentes visto que foram constituídas “a partir das múltiplas vozes emergentes nos textos que analisa” (Moraes & Galiuzzi, 2016, p. 139). No Quadro 3, a seguir, apresentamos a síntese do processo de ATD realizado.

Quadro 3. Síntese da análise.

Categorias iniciais	CATEGORIAS INTERMEDIÁRIAS	US	CATEGORIAS FINAIS	US
Problema da prática – realidade geral	Reflexão sobre os processos de ensino e de aprendizagem	25	Reflexões das professoras	45
Conhecimento do contexto	Reflexão sobre a necessidade de transformar a prática pedagógica	16		
Reflexão sobre a prática				
Formação continuada	Reflexão sobre a formação com ME	4		
Reflexão para a prática				
Problematização -pergunta pedagógica	Papel intermediador do professor	13	A vivência do processo de Modelagem	66
Conhecimento do conteúdo	Conhecimento do conteúdo	11		
Compreensão da primeira etapa	Compreensão sobre o processo de modelagem	8		
Compreensão da segunda etapa				
Compreensão da terceira etapa				
Potencialidade	Potencialidades e desafios	34		
Desafio				

Fonte: Autoras, 2023.

Por fim, no terceiro momento, acontece a captação do novo emergente, o qual vem “da análise desencadeada nos dois focos anteriores e que possibilita a emergência de uma compreensão renovada do todo” (Moraes & Galiazzi, 2016, p. 34). Esse processo apresenta-se organizado em forma de metatextos, os quais buscam explicitar a compreensão obtida a partir dos dados empíricos dialogados com o referencial teórico que trata da temática em estudo e estão discutidos na seção, a seguir. Destacamos que as passagens extraídas do material áudio-gravado e que denotam representatividade às categorias emergentes do processo analítico, são apresentadas neste texto de forma recuada, seguindo o código utilizado, o qual foi apresentado anteriormente. Ainda, realizamos pequenas correções linguísticas, sem alterar o sentido do discurso textualizado.

Resultados e Discussões

O processo analítico permitiu a emergência de duas categorias finais, as quais retratam: 1) movimento reflexivo das professoras; e 2) elementos referentes à vivência do processo de ME.

A primeira categoria refere-se aos elementos textualizados pelas professoras frente às problemáticas da prática docente, as quais apresentam-se compartilhadas entre as professoras como: as dificuldades de aprendizagem; o despertar do interesse dos alunos para o estudo; como tornar as aulas mais atraentes; como tornar os processos de ensino e aprendizagem mais interdisciplinares; elementos referentes ao posicionamento dos alunos e como esse posicionamento tem influência sobre o trabalho do professor. Nessa categoria, as professoras textualizam, ainda, a necessidade de transformar a prática docente e reflexões sobre a formação com ME, conforme apresentamos anteriormente no Quadro 3.

Já, a segunda categoria, textualiza elementos referentes à vivência do processo de ME: ao papel intermediador do professor e do professor formador no decorrer da formação; ao conhecimento mobilizado pelas professoras no decorrer da formação continuada; e as compreensões sobre o processo de ME na perspectiva das professoras participantes. Essa categoria trata, ainda, das potencialidades e dos desafios da ME, percebidas pelas professoras participantes da formação. As categorias finais são discutidas nos metatextos apresentados na sequência.

Movimento reflexivo das professoras

Esta categoria emergiu do processo de análise, conforme evidenciado na Figura 2, e é composta por 3 subcategorias emergentes, que apresentam reflexões decorrentes do processo formativo vivenciado pelas professoras, marcando elementos referentes aos processos de ensino e de aprendizagem, à necessidade de transformações da prática pedagógica e a aspectos sobre a formação com Modelagem.

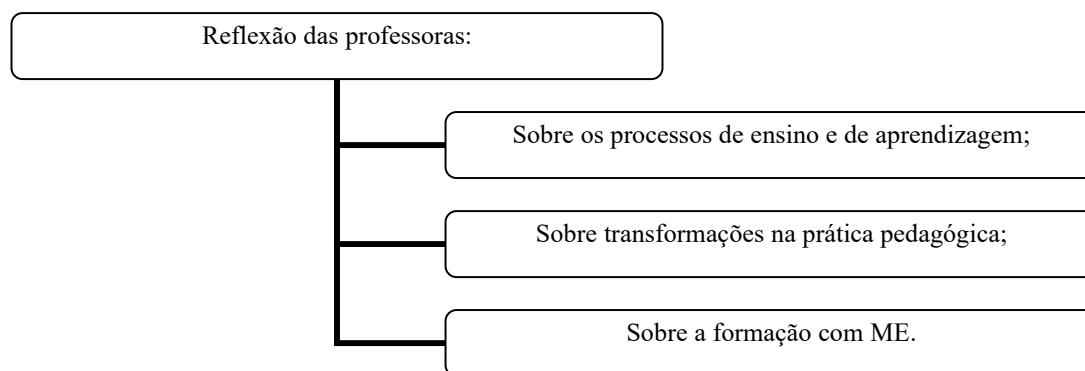


Figura 2. Reflexões sobre e para a prática docente a partir da formação com Modelagem.

Fonte: Autoras, 2023.

Iniciamos apresentando elementos vinculados à preocupação das professoras referentes aos processos de ensino e de aprendizagem. As reflexões suscitadas referem-se às suas ações em sala de aula e às problemáticas enfrentadas no contexto de trabalho. Nesse sentido, identificamos a ampliação do primeiro movimento formativo que se constitui como o primeiro ciclo da espiral autorreflexiva de Alarcão (2011), o qual é instituído intencionalmente para despertar o interesse do grupo para a temática que será estudada. Portanto, as professoras são convidadas a realizarem a problematização da sua prática, a qual é compartilhada no coletivo e provoca um movimento de espelhamento, ou seja, as professoras se reconhecem no discurso umas das outras, impulsionando um movimento reflexivo sobre o seu trabalho e de desenvolvimento profissional.

Para Alarcão (2011, p. 54) esse processo reflexivo se configura como uma reflexão sobre a ação, a qual “pressupõe um distanciamento da ação”, em que esta é reconstruída mentalmente para então analisá-la. No que tange às problemáticas enfrentadas no contexto de trabalho, as professoras denotam a preocupação com os processos de ensino e de aprendizagem e isso é compartilhado no grupo como um problema comum enfrentado por elas. O acúmulo de conceitos não aprendidos pelos alunos e a dificuldade de compreensão vêm tomando proporções, configurando-se como uma realidade geral que se mostra no trabalho das diferentes professoras participantes, conforme as passagens a seguir:

[...] a gente consegue ver que esse problema que eu enfrento com os alunos não é só meu, essa dificuldade de aprendizagem não é só com os meus alunos, é meio geral nas nossas escolas (E1-PMA-4).

Pelo que escutei das colegas alguns desafios sobre os processos de ensino e de aprendizagem são os mesmos que vivencio aqui na escola (E1-PCA-9).

Outro aspecto evidenciado pelas professoras faz referência ao período pandêmico e denota a influência do posicionamento dos alunos sobre a prática do professor. A passagem, a seguir, manifesta o exposto:

Percebo que não é nada fácil, especialmente agora depois da pandemia. Eles não querem falar, parece que eles estão com medo. Tem aqueles que a gente percebe que avançam, mas tem outros que decepcionam e que deixam a gente bem com vontade de voltar, simplesmente entrar na sala e passar o conteúdo e sair (E4-PCA-5).

[...] eu não vejo interesse se eu chegar e pedir para eles pesquisarem sobre alguma coisa, meu Deus [...] e ainda é uma briga, com essa função da pandemia pra mim parece que foi pior (E4-PMA-15).

Conforme as reflexões compartilhadas pelas professoras, é possível reconhecer que o fato de não estarem tendo resultados como o esperado, provoca o repensar sobre o seu trabalho, na perspectiva de transformações que se tornam necessárias. Conforme Nóvoa (2009, p. 30), “o trabalho do professor consiste na construção de práticas docentes que conduzam os alunos à aprendizagem”, visto que ensinar é fazer com que os alunos ultrapassem fronteiras, possibilitando que o conhecimento adquirido na escola possa também auxiliá-lo além da escola. Por conta disso, defendemos a importância dos processos de formação, desenvolvidos no sentido de compartilhar os desafios que se apresentam na prática docente. Uma formação centrada na aprendizagem dos participantes, tendo como referência o seu contexto escolar. Esse aspecto tenciona para o rompimento do trabalho solitário, por meio do diálogo com colegas no interior e exterior do contexto escolar (Nóvoa, 2009) e favorece o desenvolvimento profissional das professoras. Tais aspectos podem ser reconhecidos, também, nas passagens a seguir:

[...] essa é a importância dos encontros, para a gente conseguir entender que não é só com a gente que acontece, com os nossos alunos (E1-PMJ-5).

Aprendemos muitas coisas juntos e a gente tá sim lutando, pra conseguir melhorar o aprendizado desses alunos, cada vez mais procurando melhorar o nosso conhecimento (E1-PCF.1).

Eu destaco a importância desses encontros, para que a gente possa compartilhar conhecimentos e anseios que a gente tem de sala de aula (E1-PMA-3).

Conforme Nóvoa (2017, p. 1117), é necessário “construir comunidades profissionais docentes, que sejam comunidades de aprendizagem e de formação, e não meras reproduções de uma teoria vazia”. São esses espaços que se constituem como oportunidades para que as professoras possam discutir sobre seus problemas e, coletivamente, buscar uma solução. No excerto E1-PMJ-5, a professora reconhece a importante contribuição dos encontros de formação, onde parece se sentir confortável ao perceber que os problemas decorrentes da prática pedagógica não estão presentes apenas no seu contexto escolar. Nas passagens apresentadas, percebemos que as professoras acreditam e apostam de forma positiva na necessária discussão/reflexão em grupo, para uma possível transformação nos processos de ensino e de aprendizagem. Fortalece essa percepção a passagem apresentada a seguir:

Essa relação que a gente fez com a matemática, pode ser feita com outras disciplinas também e eu acho importante. Acontece que às vezes a gente esquece na correria do dia a dia, mesmo de comentar assim sobre um assunto que a gente esteja trabalhando na escola, muitas vezes falta isso com os nossos colegas, falta inclusive tempo para a gente se reunir (E2-PMAd-3).

As professoras apresentam, também, reflexões vinculadas à necessidade de transformar a sua prática docente, denotando um outro movimento da espiral autorreflexiva e marcando também um movimento de desenvolvimento profissional, de pré-disposição para a mudança, conforme assinalam as passagens a seguir:

No ensino médio, com uma hora semanal, entra lá e sai e deu. E agora eu estou repensando já [...], refazendo para ver se eu consigo engajar mais eles nessa busca (E4-PCA-4).

Nós temos que estar dispostos a mudar, a fazer diferente, a pensar diferente, é uma tarefa difícil, não é fácil (E4-PMAd-7).

Da análise dos dados, é possível reconhecer que as mudanças que almejamos nos processos educacionais perpassam pelo papel do professor e pelos elementos que constituem o seu trabalho, pois é o professor que torna o conhecimento científico pedagogicamente transformado, de modo que seja compreensível aos alunos e considerando a diversidade, as experiências, o contexto em que vivem e as compreensões iniciais que possuem. Acreditamos que a forma em que professor organiza e desenvolve suas aulas pode ser mais eficaz, se prestar atenção às compreensões dos alunos e aos contextos em que estão inseridos na sociedade.

Por isso, marcamos as passagens das professoras quando afirmam atitudes que se referem aos alunos, mas que também revelam marcas do seu próprio desenvolvimento profissional, pois demonstram que estão em busca de formação com disposição para melhorarem suas práticas. Concordamos com Imbernón (2010, p. 30) ao ver, “os professores como a peça principal de qualquer processo que pretenda uma inovação verdadeira no sistema educacional”. Dessa forma, o desenvolvimento profissional das professoras marca-se tanto no individual quanto no coletivo, o qual se concretiza na escola diante dos processos pedagógicos desenvolvidos por cada uma das professoras. O desenvolvimento profissional também se mostra quando as professoras refletem sobre suas próprias ações em sala de aula e propõem-se a modificá-las, conforme os seguintes excertos:

A gente deve ter paciência para que eles aprendam e compreendam (E4-PCF-54).

Nós precisamos fazer os nossos alunos pensarem (E4-PMAd-33).

A partir de agora, eu vou perguntar todo dia. Eu estou aprendendo a ouvir mais os alunos e falar menos. Então observar o que eles trazem, as curiosidades deles, as hipóteses que eles estão levantando para resolver um problema (E4-PMAd-8).

E, neste momento, me dei conta que, como professora de Biologia, não estou trabalhando diretamente com o tema. Falamos nas consequências do acúmulo das embalagens no ambiente e deixamos de lado o custo da matéria-prima, a eficiência, o gasto com energia, tanto os aspectos que podemos explorar junto com o impacto ambiental. Ao falarem no alumínio das embalagens, também percebi que nunca parei para questionar os detalhes da sua obtenção. Assim como o custo econômico e ambiental de sua obtenção (E1-PCA-11).

As passagens expressam compreensões frente aos processos de aprender e ensinar, apresentando algumas ações necessárias em relação às suas atitudes enquanto profissionais. Tais atitudes são de ordem pessoal das professoras, vistas também como um desafio, que faz parte do crescimento e desenvolvimento de cada uma. Uma vez que estas professoras refletem sobre suas ações e, a partir do diálogo, expõem ao grupo e “as falas individuais dão lugar ao discurso que o diálogo formativo suscita, é formativo porque situa as reflexões dos integrantes sobre o próprio processo de formação” (Güllich, 2012, p. 228). Na passagem apresentada por E1-PCA-11, reconhecemos também elementos da abordagem CTS, pois a

professora articula aspectos científicos, tecnológicos, ambientais e sociais com uma postura reflexiva e crítica de sua prática docente.

Na subcategoria formação com Modelagem, discutimos as reflexões para a prática pedagógica advindas do processo formativo vivenciado. A vivência do processo de ME permitiu às professoras aprenderem a fazer ME e a aprender sobre ME como destacam Biembengut (2016) e Bonotto (2017). Entendemos que, o desenvolvimento de práticas pedagógicas de ME nas escolas de Educação Básica, depende da preparação do professor, de modo que ele se sinta encorajado para levar os fundamentos da ME para sala de aula, considerando as particularidades e a imprevisibilidade decorrente do processo.

Durante a vivência da atividade de ME as professoras mobilizam e transformam seus conhecimentos e transitam para a sala de aula a partir das discussões realizadas, revelando um movimento de reflexão para a prática e ampliando mais um ciclo na espiral autorreflexiva, pois, a partir das atividades vivenciadas, da observação e reflexão sobre o processo vivenciado, as professoras vislumbram a reorganização das atividades pensando no seu contexto específico de trabalho. Desse modo, ampliam ciclos da espiral autorreflexiva e, ainda, a partir das interações discursivas realizadas nos encontros, instaura-se uma espiral coletiva. Destarte, vislumbramos esse aspecto como uma marca de desenvolvimento profissional docente.

Vale a pena destacar que, durante os encontros, as professoras foram estimuladas para o desenvolvimento de aulas de Ciências e Matemática que sejam mais investigativas, de modo a acreditarem ser possível compreenderem-se como produtoras de conhecimento, ou seja, pesquisadoras de sua própria prática. As passagens apresentadas, a seguir, demonstram a projeção para a sala de aula e as reflexões para a prática docente, explicitando também a abordagem de elementos de ordem social e entrelaçando a possibilidade do trabalho interdisciplinar, como segue:

Deveria ter uma conscientização em torno de toda a comunidade, trabalhar com o descarte correto, mandar para onde vão transformar, amassar a latinha, vender para o lugar correto, a gente sabe que isso é muito importante, pra sobrevivência de nós mesmos, da natureza. [...] imagine se todos nós fizessemos nossa parte, quanto desperdício a gente ia evitar e financeiramente teria retorno (E3-PMJ-1).

Nas minhas aulas de Matemática, como posso torná-las mais atraentes? Visualizando as diferentes formas das embalagens, estudando a capacidade de cada uma, o custo, o benefício da produção e, até mesmo, a importância de cada embalagem na conservação dos alimentos e dos produtos (E1-PMJ-7).

Pensei, se enquanto escola, poderíamos tentar desenvolver um projeto de conseguirmos patrocínio com algumas empresas ou até mesmo na prefeitura para distribuímos sacos de lixo de cores diferentes [...] (E1-PMJ-8).

O social e o convívio, o contexto desses alunos, me chamou muito a atenção em relação ao encontro passado a maneira de nós trabalharmos as questões das latinhas (E2-PMAd-5).

Que são assuntos não só escolares, mas para toda vida deles. Então enquanto a gente está buscando também novos conhecimentos, é também para saber mais e tentar orientar melhor. Eu acho que o que vocês estão trazendo assim pra nós é bem importante (E4-PMAd-55).

As unidades de sentido apresentadas anteriormente estão marcadas pela consciência das professoras de sua responsabilidade social, uma vez que refletem criticamente sobre a prática como um instrumento de transformação social, denotando que “a escola, como espaço em que se constrói conhecimento, deve ser, também, promotora de transformações” (Moreno-Rodrigues & Del Pino, 2023, p.153).

A partir das passagens apresentadas neste metatexto, reconhecemos que a formação desenvolvida gerou reflexões sobre e para o trabalho do professor, que podem ser propulsoras para melhorar a sua prática docente. Isso fica evidente quando as professoras transitam do espaço e tempo da formação para o seu contexto específico de trabalho. Elas vislumbram possibilidades de articulação entre os conceitos que ensinam a partir do tema desenvolvido na formação e destacam a necessidade da formação de atitudes conscientes para si e para seus alunos. Esta se mostrou uma característica marcante do processo de ME realizada com esse grupo de professoras e acreditamos que isso foi desencadeado pela abordagem de um tema que faz parte do contexto, no qual as professoras atuam. A partir do exposto, reconhecemos que a categoria, *movimento reflexivo das professoras*, revelou elementos que marcam o desenvolvimento profissional das professoras participantes. As unidades de sentido, representativas da categoria discutida nesse metatexto, denotam a articulação favorecida pela formação continuada entre o ensinar e o aprender, fundamentada numa perspectiva de racionalidade prática, a qual entende o professor como produtor de conhecimento, viés este sustentado pela IFA.

Elementos referentes à vivência do processo de modelagem na educação

Essa categoria é emergente do processo de análise, composta por quatro subcategorias, as quais apontam o papel intermediador do professor durante o desenvolvimento de práticas de ME, o movimento de mobilização e transformação de conhecimentos e, também, as potencialidades e desafios percebidos pelas professoras. Nas subcategorias, é possível perceber, que os questionamentos das professoras formadoras, demarcam o início do processo de Modelagem e a partir destes é que as participantes mobilizam e transformam seus conhecimentos e suas compreensões frente ao processo de ME. Esses aspectos que compõem essa segunda categoria estão representados na Figura 3.

As interações discursivas, que se desenvolveram nos encontros formativos, possibilitaram evidenciar o papel intermediador do professor formador e a intencionalidade dos questionamentos realizados, os quais possuem o mesmo teor teórico das perguntas pedagógicas definidas por Alarcão (2011) e constituem-se, portanto, como uma estratégia do desenvolvimento da capacidade de reflexão, a qual permeia os ciclos da espiral autorreflexiva. Nesse sentido, os questionamentos realizados possibilitaram a mobilização e a transformação de conhecimentos.

Assim, destacamos que o objetivo da primeira atividade desenvolvida, além de possibilitar o estudo de um tema do contexto das professoras e de seus alunos, intencionava a abordagem do conceito de densidade, trabalhado geralmente em Ciências, mas que envolve a razão entre massa e volume. Disso, decorre a intencionalidade dos questionamentos realizados.

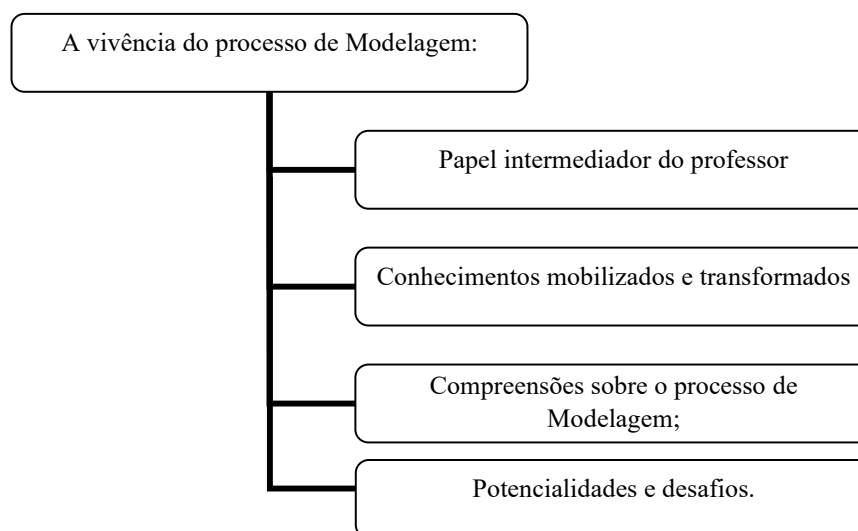


Figura 3. A vivência do processo de Modelagem e os conhecimentos mobilizados e transformados

Fonte: Autoras, 2023.

Inicialmente, na primeira etapa do processo de ME, o qual consiste na percepção e apreensão, utilizamos uma reportagem sobre o descarte de latinhas de refrigerante em locais inadequados e questionamos as professoras sobre os impactos ambientais dessa ação. Durante as interações discursivas, as professoras formadoras intermediaram o processo, a fim de que o conceito de densidade fosse mobilizado, adentrando na etapa de compreensão e explicitação. As passagens apresentadas anunciam o exposto:

Então, aqui a gente traz uma reportagem, que trata sobre o descarte de uma lata de refrigerante na praia. Na embalagem, ainda dá para ver que a embalagem com data dos anos 90 tem todas as características da embalagem ainda preservadas. Então quais os impactos ambientais que esse descarte inadequado pode causar? (E1, PFE, 58).

Se essa latinha vazia, fosse jogada aqui na região, em um rio ou em um lago, o que iria acontecer com ela quando entrasse em contato com a água? (E1-PFD-13).

Até ela encher de água ela vai boiar. Um bom percurso ela vai ficar boiando (E1-PCA-14).

E como explicamos isso para os alunos daí? Por que que ela boia? (E1, PFD, 59).

Tem a ver com a densidade. Com o espaço que ela está ocupando na água. A densidade nós dividimos a massa pelo volume. Então nós teríamos que ter uma balança de precisão, daí medir a massa, que a gente diz pesar, mas é meio que errado, medir a massa. Então quantos gramas têm essa latinha? Depois, dividir pelo volume dela. Com o volume, nós temos que usar a fórmula, que é π raio ao quadrado vezes a altura, dividir a massa pelo volume, daí vai dar a densidade (E1-PMJ-16).

Dando continuidade à atividade, ainda na etapa de compreensão e explicitação, as professoras realizaram cálculos referentes à densidade de latinhas de diferentes tamanhos, a fim de que percebessem que densidade da latinha é uma razão constante entre a massa e o volume, e, portanto, não faz diferença o “tamanho” da latinha, a razão será sempre a mesma,

mobilizando e transformando o conhecimento do conteúdo que é objeto de ensino, conforme segue o exposto:

Aí, eu pergunto para vocês, seguindo nessa mesma ideia, isso vai mudar alguma coisa, se eu tiver a latinha menor? (E1-PFD-20).

Vai ser proporcional, vai diminuir a massa, vai diminuir o volume e eu acho que a densidade vai permanecer mais ou menos a mesma (E1-PMJ-21).

A passagem apresentada retrata a terceira etapa do processo de modelagem, que consiste na significação e expressão quando a professora PMJ recorre ao conceito de proporcionalidade para assinalar que a densidade deve permanecer “mais ou menos” a mesma. Nesse sentido, destacamos as discussões referentes às aproximações realizadas e ao instrumento utilizado para medir a massa (balança) que pode não ter precisão adequada, ou seja, discutindo que os modelos são representações aproximadas da realidade. As passagens apresentadas denotam, também, o papel intermediador do professor formador no processo de ME, a fim de que o conceito desejado de ser abordado por meio da prática seja posto em evidência.

Sobre a ME nesse processo formativo, enquanto professoras formadoras, concebemos os pressupostos da ME como um conhecimento pedagógico do conteúdo na perspectiva de Shulman (1987), pois estes são utilizados no processo formativo para mostrar as professoras uma maneira de reconstruir e transformar os conhecimentos sócio-historicamente construídos de modo compreensível aos alunos. Por outro lado, o professor da Educação Básica, ao desenvolver a atividade proposta pelo professor formador, também mobiliza e transforma seus conhecimentos, visto que textualiza o conhecimento objeto de ensino na formação, faz referência a sua prática pedagógica e ao modo de como ensina esse conteúdo, ao conhecimento dos seus alunos e suas características, ou seja, do contexto educacional no qual atua. As passagens, a seguir, indicam o exposto:

Trabalhamos no encontro passado muito a questão da densidade das latinhas, o envolvimento não só com ciências, mas com matemática de forma interdisciplinar. Falamos também do contexto dos nossos alunos, [...] o que é marcante para os nossos alunos está no contexto em que eles vivem (E3, PMA, 60).

Em relação ao que a gente trabalhou no segundo encontro, foi uma coisa que a gente pensa muito, mas, muitas vezes, acaba não pondo em prática. Penso que precisa muito trabalhar a questão da coleta seletiva, principalmente, das latinhas como a gente falou, a questão dos anéis, a quantidade de latinhas que precisa, por exemplo, para trocar por cadeira de rodas, ou a quantidade que precisa para que a pessoa consiga ter o valor de um salário mínimo vendendo essas latinhas (E3, PCF, 61).

Eu fiz o cálculo, precisaria setenta e uma latinha ponto setenta e um, arredondando, para dar um quilo. E daí para dar os mil e cem reais, treze mil, cento e oito ponto três latinhas (E1-PMAd-26).

Na verdade, é o conhecimento também a dificuldade, eles não sabem a tabuada no nono ano, não sabem fazer as multiplicações em muitas vezes. Então as transformações, aqueles processos de transformar as unidades, eu acredito que complique bastante (E4-PCF-23).

Para Fernandez (2015, p. 504), “a competência pedagógica está atrelada a um conteúdo específico que é transformado, levando em consideração as dificuldades dos alunos com esse conteúdo, o contexto, as estratégias instrucionais, os modos de avaliação, o currículo, os

objetivos, etc.”. Ainda, na perspectiva de mobilizar e transformar os conhecimentos, reconhecemos que, a partir das atividades desenvolvidas, as professoras expressam a compreensão das etapas do processo de ME. Nesse sentido, além de aprender por meio da ME, as professoras também aprendem sobre ME, conforme passagens a seguir:

Durante todo o processo, fomos levantando hipóteses: do que poderia acontecer, se iria afundar, se não iria afundar ou, se iria flutuar. E então lá no final seria a comprovação, o cálculo que a gente chegou. Nós concluimos então que, devido à densidade, ela vai flutuar (E3-PMAd-6).

Eu acho que seria a segunda já a compreensão, explicação. Compreender por que que afunda, porque que flutua. Por que que uma bola de ferro, por exemplo, afunda e se você fizer um barco, por que que flutua, acho que é esta compreensão, explicação (E3-PMJ-8).

Eu acho que é a terceira etapa é ali quando a gente chegou em uma resolução, numa avaliação (E3-PMA-11).

Aquela tabela na minha concepção seria o modelo e, com base nele, nós fomos avaliando o que poderíamos mudar ou não (E3-PCA-12).

De acordo com as passagens apresentadas, podemos inferir que o conhecimento sobre ME foi sendo reorganizado a partir dos encontros formativos, visto que as professoras conseguem textualizar sobre as suas etapas. A primeira etapa, denomina-se Percepção e Apreensão, conforme sugere o excerto E3-PMAd-6, por meio do qual buscamos explorar e identificar informações coerentes com o tema abordado. A segunda etapa, conforme apresenta o excerto E3-PMJ-8, denomina-se Compreensão e Explicitação, em que as participantes reconhecem a formulação do problema e a elaboração do modelo. Por fim, também se referem à terceira etapa, denominada Significação e Expressão, quando no excerto E3-PMA-11, reconhece-se a solução para o problema, que é explicado por meio do modelo. Todo esse movimento de aprendizagem sobre a ME advém das interações estabelecidas no grupo com as colegas professoras e com as professoras formadoras. A vivência do processo de ME durante o processo formativo pode se constituir em orientações para suas ações futuras no seu contexto escolar, podendo possibilitar uma reconfiguração de sua prática. Para Bonotto (2017, p. 89),

[...] o professor, ao participar da formação continuada com Modelagem, enquanto vivencia as experiências proporcionadas pela formação e estuda sobre Modelagem Matemática e Modelagem na Educação, (re)constrói representações acerca de como fazer Modelagem Matemática e como implementar o processo na sala de aula com os seus estudantes [...].

As professoras, ao aprenderem por meio da ME e sobre ME, formam opiniões a respeito da adaptação do processo de ME em seus respectivos contextos escolares. Nesse sentido, apresentam potencialidades e desafios. No âmbito dos desafios, as professoras expressam preocupações vinculadas à carga horária, pois as atividades com Modelagem requerem mais tempo para sua execução, dificuldades em promover a interdisciplinaridade levando em conta o ensino fragmentado em disciplinas, a falta de motivação dos alunos e ausência das famílias na vida escolar dos filhos, além da falta de domínio por parte dos alunos no que diz respeito aos conteúdos que lhes são pré-requisitos. Tais aspectos estão presentes nos excertos a seguir:

Eu coloquei essa questão do tempo, do planejamento [...] eu precisaria de mais tempo para planejar as atividades de uma forma diferenciada, melhor (E4-PMAd-55).

[...] uma pergunta que inquieta: quando você vai trabalhar dessa forma, será que eles vão aprender? É uma coisa que fica assim, e agora será que eles aprenderam (E4-PCA-45)?

Parece que quando eles chegam no sexto ano, os pais abandonam um pouco aquela presença, aquela participação na escola. E isso prejudica bastante no aprendizado deles. Parece que chega no sexto ano, eles têm que se virarem sozinho, eles já são adultos e não é assim (E4-PMA-15).

A gente acaba nem conhecendo os próprios colegas quanto mais trabalhando junto com eles, eu vou num dia da semana, aquele professor vai no outro dia da semana e a gente acaba nem se encontrando (E4-PMAd-13).

Para Silveira e Caldeira (2012, p. 134), há diferentes referências para as resistências e obstáculos ao tratar do uso da Modelagem na sala de aula: “o professor e suas relações com o trabalho; o professor e suas relações com a escola; o professor e suas relações com o currículo; os alunos e suas relações com a escola e; os professores e suas relações com a família dos alunos”. Para esses autores, essa forma de ensinar exige replanejamento dentro e fora da escola, desperta sentimentos de inseguranças tendo em vista a imprevisibilidade, tornando-se um grande desafio. Ainda conforme Silveira e Caldeira (2012), esses fatores acarretam resistência às mudanças, resultando inclusive em medo de não darem conta de cumprir os conteúdos estabelecidos na carga horária prevista para cada ciclo.

Por outro lado, potencialidades para o ensino com Modelagem também são percebidas pelas professoras que participaram da formação continuada. Elas reconhecem como positivo o caráter investigativo da ME, a interdisciplinaridade (vista como um obstáculo, mas também como uma potencialidade) e a possibilidade de abrangência de temas presentes no contexto dos alunos. Concordamos que a ME está diretamente relacionada com as potencialidades apontadas pelas professoras participantes, devido ao fato de apresentar um caráter investigativo, pois estimula a problematização e a elaboração de perguntas. Todo o processo desenvolve-se a partir de situações vinculadas ao cotidiano, e por isso, pode despertar a curiosidade e a busca por uma compreensão, incentivando a autonomia dos estudantes e a busca de seus próprios conhecimentos. Os excertos, a seguir, representam o exposto:

A estimulação, estimula eles a pensar em como chegar naquele resultado, não a gente dar pronto como temos a mania de fazer. Deixar que eles pensem, questionar, se eles vierem com uma pergunta devolver com outra pergunta (E4-PCF-53).

Construir o próprio conhecimento dele, ali no momento que ele está buscando os dados ele já está respondendo aquela pergunta de, pra que eu vou usar isso? Ele já está buscando uma aplicação daquele conteúdo (E4-PFE-51).

A principal que eu vejo é a interdisciplinaridade, trabalhar de forma integrada com outras disciplinas (E4-PMAd-48).

Então acho que uma das potencialidades é essa, o desenvolvimento do protagonismo do aluno [...] a capacidade de buscar, de ir atrás (E4-PCA-50).

Conforme Malheiros, Souza e Forner (2021, p. 12), “aspectos como contextualização, interesse e curiosidade podem contribuir para que o aprendizado aconteça e que a Modelagem é um caminho para que esses elementos estejam presentes nas aulas”. Ao se referir a contextualização, Nunes, Nascimento e Sousa (2020) apontam como a principal

potencialidade, pois possibilita relacionar diferentes áreas do conhecimento, contribuindo com o rompimento do desenvolvimento de práticas de ensino sem conexões. Tais autores também ressaltam a “possibilidade de reflexão social, econômica, política e ambiental por parte dos estudantes” (Nunes *et al.*, 2020, p. 251).

Entendemos também que, por meio da formação continuada, a Modelagem vai ganhando lugar nas salas de aula, e cada contexto em que sua presença se torna efetiva constitui-se como um espaço e tempo de (auto) formação e transformação para os envolvidos e, portanto, de desenvolvimento profissional.

Entendemos também que, por meio da formação continuada, a Modelagem vai ganhando **lugar** nas salas de aula, e cada **contexto** em que sua presença se torna efetiva constitui-se como um **ambiente** e tempo de (auto)formação e transformação para os envolvidos e, portanto, um **cenário** e tempo de desenvolvimento profissional.

Destacamos, ainda, a partir dos metatextos apresentados, a constituição das espirais autorreflexivas e o movimento de constituição do professor, pois, a partir das atividades desenvolvidas e das discussões que suscitaram nos encontros, as professoras perpassam pelos ciclos da espiral autorreflexiva de Alarcão (2011): problema, observação, reflexão e planificação, e ação. Destacamos que a finalização do ciclo, o qual contempla a ação, não foi possível acompanhar, visto que as professoras não perpassaram pela dimensão que consiste na implementação de uma prática de ME na sala de aula. Ainda, compreendemos que a reflexão perpassa por todas as etapas da espiral autorreflexiva e, portanto, está sempre permeando a escrita dos metatextos construídos.

Desse modo, na continuidade desse processo de compreensão e teorização, compreendemos que as Unidades de Sentido - US, representativas das categorias que emergiram do processo analítico, as quais foram constituídas a partir dos encontros formativos, refletem o movimento de problematização da prática pedagógica das professoras ao tecer aspectos relacionados aos processos de ensino e de aprendizagem e a necessidade de transformar a sua prática pedagógica. A partir da vivência das atividades de ME, as professoras observam suas características, contrastando com as práticas que desenvolvem, ao passo que mobilizam, ampliam e transformam seus conhecimentos, estabelecendo reflexões durante todo o processo formativo. Além disso, ao final da formação continuada, reconhecemos um movimento de planejamento, de anseio pela transformação de suas atitudes em sala de aula, no sentido de desenvolver o protagonismo dos alunos e de tecer avaliações acerca dos desafios e potencialidades que a abordagem da ME pode desencadear na sala de aula.

Conclusão

Este estudo teve como objetivo compreender como a constituição e o desenvolvimento da espiral autorreflexiva contribui para o desenvolvimento profissional do professor a partir de um processo formativo com ME à luz da IFA. A ATD da transcrição dos encontros possibilitou reconhecer que as espirais autorreflexivas se constituíram e se desenvolveram no decorrer dos encontros a partir de duas categorias emergentes, as quais expressam o movimento reflexivo das professoras e aspectos referentes à vivência do processo de ME.

Destacamos que a constituição das espirais autorreflexivas tem início a partir do movimento reflexivo das professoras acerca de problemáticas comuns da prática docente, vinculadas aos processos de ensino e de aprendizagem. Tais problemáticas, ao serem compartilhadas nos encontros, tornam-se objeto de reflexão individual e coletiva e, a discussão suscitada, contribui para o desenvolvimento da autonomia das professoras e provoca o desejo de transformações na prática pedagógica, bem como uma pré-disposição para a mudança, marcando um movimento de desenvolvimento profissional das professoras. Com isso, reafirmamos a IFACM como modelo de formação continuada, o qual não colocou as professoras como meras participantes ouvintes, e sim como críticas, reflexivas e analistas das atividades desenvolvidas nas suas próprias práticas docentes e da prática das demais colegas do grupo, por meio das interações que se desenvolveram nos encontros.

Por meio da análise advinda da formação continuada com ME, reconhecemos que as professoras valorizaram o desenvolvimento das atividades propostas. Entretanto, ficou evidente a insegurança das profissionais para sua utilização em sala de aula. Essa insegurança está vinculada ao contexto de trabalho destas e às dificuldades de aprendizagem já enfrentadas no quesito aprendizagem dos alunos. Isso reforça a necessidade de mais espaços formativos que dialoguem efetivamente com as participantes, deixando-se mostrar as especificidades dos contextos escolares.

Ainda, percebemos que a vivência do processo de Modelagem possibilitou que as professoras reorganizassem o conceito de ME e as respectivas etapas, reconhecendo potencialidades para a sua inserção nas aulas de Ciências ou Matemática. As professoras apontam como potencialidade da Modelagem, a promoção da interdisciplinaridade, o caráter investigativo e a abrangência de temas do contexto dos alunos. Nossa expectativa é de que a vivência do processo de ME e a aprendizagem, por meio da ME, venha a motivar as professoras a adaptarem o processo de ME em suas respectivas salas de aula.

Durante os encontros, a partir das atividades desenvolvidas e das interações discursivas, as professoras mobilizam e transformam seus conhecimentos, visto que, frente ao conteúdo que é objeto de ensino e que se revela na prática de ME, transitam para sala de aula e trazem suas dificuldades para ensinar: as características, o contexto e as dificuldades apresentadas pelos seus alunos.

Por percebermos o envolvimento das professoras participantes no decorrer dos cinco encontros de formação continuada, caracterizamos a ME como um método de ensino com potencial para ser incorporado nas práticas pedagógicas das professoras. Ainda que, sem a garantia de sua inserção nos contextos escolares, continuamos acreditando na necessária ampliação e disseminação dos seus pressupostos, bem como na potencialidade do modelo IFACM, a fim de possibilitar mais momentos de reflexões individuais e coletivas junto as professoras de Ciências e Matemática.

Referimo-nos ao coletivo, ao longo desta pesquisa, por acreditarmos no potencial da reflexão coletiva do grupo de professores da escola, possibilitando assim a autoformação em seus respectivos contextos de trabalho. Por fim, destacamos a disponibilidade e preocupação destas profissionais em melhorar a qualidade do ensino de Ciências e Matemática, reafirmando seu comprometimento com o processo de aprendizagem dos seus alunos.

A pesquisa desenvolvida, além de gerar impactos diretos no contexto investigado, denota que a abordagem autorreflexiva apresenta um potencial formativo que ultrapassa os limites locais, oferecendo subsídios teóricos e metodológicos para repensar currículos de formação inicial e continuada. Ao investigar o desenvolvimento profissional dos professores, por meio da espiral autorreflexiva, o professor é compreendido como sujeito ativo de sua própria trajetória formativa e como agente de transformação.

Assim, esta pesquisa contribui não apenas para aprofundar a compreensão sobre os processos de formação e desenvolvimento profissional docente, mas também para inspirar políticas e práticas educativas que favoreçam a constituição de uma cultura pedagógica reflexiva, crítica e comprometida com a melhoria da educação em diferentes contextos.

O diálogo com Questões Sociocientíficas e a abordagem CTS, oferece subsídio para a continuidade da pesquisa no que tange ao desenvolvimento do pensamento crítico por meio da ME em contextos de formação de professores e no cenário da sala de aula da educação básica.

Referências

- Alarcão, I. (2011). Professores reflexivos em uma escola reflexiva (8º ed). Cortez.
- Biembengut, M. S. (2016). Modelagem na Educação Matemática e na Ciência (1º ed). Livraria da Física.
- Biembengut, M. S. (2019). Modelagem nos anos iniciais do ensino fundamental: ciências e matemática (1º ed.). Contexto.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1994). Investigação qualitativa em educação. Porto Edit ed.
- Bonotto, D. D. L. (2017). (Re)configurações do agir modelagem na formação continuada de professores de matemática da educação básica. [Tese de Doutorado]. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
<https://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/7632>
- Carvalho, T. de A. et. al. (2021). A contextualização no ensino CTS: uma análise das redes sociais. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia. 14. 238-260.
<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/12594/pdf>
- Carr, W., & Kemmis, S. (1988). Teoria crítica de la enseñanza: investigación-acción en la formación del profesorado. Martinez Roca.
- Brum, E. D. (2023). Práticas pedagógicas de modelagem na Educação com professores de Ciências e Matemática. [Dissertação de Mestrado]. Repositório Digital Institucional da Universidade Federal da Fronteira Sul. <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/7613>
- Fernandez, C. (2015). Revisitando A Base De Conhecimentos e o Conhecimento Pedagógico Do Conteúdo (PCK) de Professores de Ciências. Revista Ensaio. 17. 500–528. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172015170211>
- Fiorentini, D., & Crecci, V. Desenvolvimento profissional docente: um termo guarda-chuva ou um novo sentido à formação. Formação Docente. 5. 11–23.
<https://www.revformacaodocente.com.br/index.php/rbfp/article/view/74>
- Fonseca, E. M. da . Duso, L. (2024). Proposta de organização curricular sobre resíduos baseada em questões sociocientíficas para o ensino de ciências. Vivências. 20. 199–219.
<https://doi.org/10.31512/vivencias.v20i41.1162>
- George, F. (1973). Modelos de Pensamentos. (Trad. Mário Guerreiro.) Vozes.
- Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). Modelling-based Teaching in Science Education. Springer International Publishing.

- Güllich, R. I. da C. (2012). O livro didático, o professor e o ensino de ciências: um processo de investigação-formação-ação. [Tese de Doutorado]. Biblioteca Digital da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. <https://bibliodigital.unijui.edu.br/items/1117765e-c24b-4cde-b870-d612c69d9d17>
- Güllich, R. I. da C. (2010). Investigação-formação-ação em ciências: um caminho para reconstruir a relação entre livro didático. (1º ed). Prismas.
- Imbernon, F. (2010). Formação Continuada de Professores. Artmed.
- Imbernón, F. (2011). Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza. (9º ed.). Cortez.
- Kant, I. (1995). Duas introduções à Crítica do Juízo. (org.) Ricardo R. Terra. Iluminaturas.
- Malheiros, A. P. dos S., Souza, L. B., Forner, R. (2021). Olhares de docentes sobre as possibilidades da Modelagem nas aulas de Matemática. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, p. 1–22. <https://doi.org/10.26843/rencima.v12n2a04>
- Moraes, R., & Galiazzi, M. do C. (2016). Análise Textual Discursiva (3º ed). Unijuí.
- Moreno-Rodríguez, A.S., Del Pino, J. C. (2025). Propostas didáticas com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): Rumo à coerência epistemológica do trabalho docente. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. 22. 146-170. https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen22/REEC_22_1_7_ex1783_501.pdf
- Nóvoa, A. (2009). Professores: Imagens do futuro presente. Educa.
- Nóvoa, A. (2017). Firmar a Posição como Professor, Afirmar a Profissão Docente. Cadernos de Pesquisa. 47, 1106–1133. https://publicacoes.fcc.org.br/cp/article/view/4843/pdf_1
- Nóvoa, A. (2019). Os Professores e a sua Formação num Tempo de Metamorfose da Escola. Educação & Realidade. 44. 1–15. <https://doi.org/10.1590/2175-623684910>
- Nunes, A. da S., Nascimento, W. J., Sousa, B. N. P. A. (2020). Modelagem matemática : um panorama da pesquisa brasileira na educação básica. Revista de Ensino de Ciências e Matemática. 11 14, p. 232–253. <https://doi.org/10.26843/rencima.v11i4.2410>
- Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. Educational Researcher. 15. ed. <https://doi.org/10.3102/0013189X01500200>
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. Harvard Educational Review, Cambridge. 57. 1-22. <https://people.ucsc.edu/~ktellez/shulman.pdf>
- Silva, R. S. da, Reinheimer, M. A. (2019). Educação Financeira na Escola Básica: um experimento com Modelagem Matemática. Revista Educar Mais. 3. 246–255. <https://doi.org/10.15536/reducarmais.3.2019.246-255.1535>
- Silveira, E., Caldeira, A. D. (2012). Modelagem na Sala de Aula: resistências e obstáculos. Bolema: Boletim de Educação Matemática. 26. 1021–1047. <https://doi.org/10.1590/S0103-636X2012000300012>
- Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R. M. (2014). Construindo práticas didático-pedagógicas promotoras da literacia científica e do pensamento crítico (2º ed.). Ibercincia.
- Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R. M. (2019). Promover o pensamento crítico em ciências na escolaridade básica: Propostas e desafios. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos. 15. 36-49. <https://doi.org/10.17151/rlee.2019.15.1.3>
- Vieira, R. M. (2003). Formação Continuada de Professores do 1º e 2º Ciclos do Ensino Básico Para uma Educação em Ciências com Orientação CTS/PC. [Dissertação de Mestrado] – Universidade de Aveiro, Aveiro. <https://www.researchgate.net/publication/236630993>