



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

VALQUIRIA OTTONELLI HANAUER

**A INVESTIGAÇÃO-FORMAÇÃO-AÇÃO E PRÁTICAS PEDAGÓGICAS DE
MODELAGEM NAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO**

CERRO LARGO – RS

2024

VALQUIRIA OTTONELLI HANAUER

**A INVESTIGAÇÃO-FORMAÇÃO-AÇÃO E PRÁTICAS PEDAGÓGICAS DE
MODELAGEM NAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre em Ensino
de Ciências, pelo Programa de Pós-Graduação
em Ensino de Ciências (PPGEC), da
Universidade Federal da Fronteira Sul –
Campus Cerro Largo.

Orientadora: Profa. Dra. Danusa de Lara Bonotto

CERRO LARGO – RS

2024

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Hanauer, Valquiria Ottonelli

A Investigação-Formação-Ação e Práticas Pedagógicas de Modelagem nas Ciências e Matemática no Ensino Médio / Valquiria Ottonelli Hanauer. -- 2024.

127 f.:il.

Orientadora: Doutora em Educação em Ciências e Matemática Danusa de Lara Bonotto

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Cerro Largo, RS, 2024.

I. Bonotto, Danusa de Lara, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

VALQUIRIA OTTONELLI HANAUER

**A INVESTIGAÇÃO-FORMAÇÃO-AÇÃO E PRÁTICAS PEDAGÓGICAS DE
MODELAGEM NAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre em Ensino
de Ciências, pelo Programa de Pós-Graduação
em Ensino de Ciências (PPGEC), da
Universidade Federal da Fronteira Sul –
Campus Cerro Largo.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em: 14/03/2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **DANUSA DE LARA BONOTTO**
Data: 07/05/2024 10:53:50-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. Danusa de Lara Bonotto – UFFS – Cerro Largo/RS
Orientadora

Documento assinado digitalmente
 **ZULMA ELIZABETE DE FREITAS MADRUGA**
Data: 05/05/2024 19:01:50-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. Zulma Elizabete de Freitas Madruga – UESC – Ilhéus/BA
Examinadora Externa

Documento assinado digitalmente
 **PAULA VANESSA BERVIAN**
Data: 07/05/2024 09:44:46-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. Paula Vanessa Bervian – UFFS – Cerro Largo/RS
Examinadora Interna

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, sem ele nada seria possível. E a minha família, que não poupou esforços para que eu pudesse concluir o curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me deu uma grande oportunidade de estar realizando o curso de mestrado e por conceder-me sabedoria e discernimento para vencer as dificuldades que surgiram nesta caminhada.

À minha família e ao meu esposo, pelo incentivo e por toda ajuda que me concedeu durante o curso para eu chegar ao meu objetivo, pela compreensão em relação às minhas ausências. Às minhas filhas, Lara e Sara, por ficarem sem a minha atenção e presença nas horas em que precisaram de mim. Aos meus queridos pais, que sempre acreditaram em mim e me apoiaram.

À minha professora orientadora Dra. Danusa de Lara Bonotto, pelo apoio, pela paciência, pela amizade, pela preocupação e pelas horas dedicadas para a construção deste trabalho, sempre me incentivando por bons resultados.

Às professoras da banca, Dra. Zulma Elizabete de Freitas Madruga e Dra. Paula Vanessa Bervian, pelas contribuições e pelas sugestões as quais contribuíram no aperfeiçoamento da pesquisa.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) que, com toda paciência e dedicação, contribuíram com a minha aprendizagem e realização deste trabalho.

À Direção da Escola Estadual de Educação Básica São Martinho, pelo apoio e pelo incentivo. E aos alunos do 1º ano do Ensino Médio da turma 2022, que participaram desta pesquisa, pela confiança, pelo interesse e pelo envolvimento.

À minha colega de trabalho, professora Vera de Lurdes Gubiani, pela amizade e pela atenção, decisivas na superação das dificuldades enfrentadas. E aos colegas do curso que me ajudaram em diferentes situações: Adriane Kis Schutz, Andréia Kornowski Barraz, Esttefani Duarte Brum e um agradecimento especial à minha colega e amiga Eloisa da Silva Pauletti, que me acolheu em sua casa e me ajudou em diversos momentos com apoio e carinho. E as amizades que conquistei ao longo do curso. A todos aqueles que, de alguma maneira, estiveram presentes ao longo dessa etapa junto comigo, meu muito obrigada!

Enquanto ensino continuo buscando, reprocurando. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade (Freire, 1996).

RESUMO

Esta pesquisa discute as temáticas Investigação-Formação-Ação (IFA), Modelagem nas Ciências e Matemática (MCM), Alfabetização Científica (AC) e saberes docentes está vinculada à linha de Formação de Professores e Práticas Pedagógicas do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC). Tem como objetivo compreender as implicações do desenvolvimento de uma prática pedagógica fundamentada no processo de MCM pelo viés da IFA, no cenário da sala de aula. Desse modo, a partir disso, tem início o primeiro movimento na espiral autorreflexiva e, também, o segundo o qual consistiu no planejamento da prática que foi realizado com a colaboração dos professores da área das Ciências da Natureza, de modo específico, da Biologia e da Química, e da Matemática e suas Tecnologias, que atuam na mesma turma, a qual a professora pesquisadora é regente na disciplina de Matemática. Assim, esta pesquisa tem o olhar voltado para a sala de aula, ou seja, para a produção dos alunos a partir da materialização do processo de modelagem e para a prática da professora pesquisadora e suas colaboradoras, marcando o movimento de ação na espiral autorreflexiva. Os sujeitos da pesquisa são alunos do primeiro ano do nível médio de ensino de uma escola estadual localizada no interior do Rio Grande do Sul – RS. A escolha da turma e da escola estão relacionadas ao ambiente de trabalho da pesquisadora, por isso, justifica-se o local da pesquisa. Os dados são constituídos por meio dos registros escritos dos alunos, do diário de aula da professora pesquisadora e das professoras colaboradoras, do material gravado de uma das aulas desenvolvidas e de uma entrevista semiestruturada realizada com as professoras colaboradoras. A análise dos dados segue os procedimentos da Análise de Conteúdo. O estudo de revisão denotou a compreensão de modelo atrelada à noção de representação e como artefato epistêmico e de modelagem como um meio para qualificar os processos de ensino e de aprendizagem; permitiu melhor compreensão acerca do processo de MCM, o reconhecimento de diferentes perspectivas teóricas na área de Ensino de Ciências e na Educação Matemática, bem como, das práticas desenvolvidas. A análise da prática de MCM desenvolvida com os alunos configura-se como um movimento de ação e reflexão da espiral autorreflexiva, a qual está presente em todo o processo, sendo textualizada em três categorias emergentes que denotam: 1) leitura e interpretação de informações; 2) produção de chocolate e das embalagens; 3) modelo matemático e sistematização. Essas categorias perpassam pelas etapas do processo de MCM e contemplam indicadores da AC, sendo os mais frequentes a organização e a classificação de informações, seguidos do raciocínio lógico, da justificativa e da explicação. A análise da entrevista marca um movimento de reflexão sobre a prática desenvolvida evidenciando elementos do planejamento das professoras: recursos utilizados e dificuldades durante o planejamento, bem como, as potencialidades e desafios acerca da inserção de práticas de MCM na sala de aula. Os saberes docentes são mobilizados durante todos os ciclos da espiral autorreflexiva desencadeada por meio da IFA, apresentando maior frequência os saberes da formação profissional e os saberes experienciais.

Palavras-chave: ensino de Ciências; ensino de Matemática; indicadores de alfabetização científica; investigação-formação-ação; saberes docentes.

ABSTRACT

This research discusses the themes of Investigation-Training-Action (IFA), Modeling in Science and Mathematics (MCM), Scientific Literacy (AC) e teaching Knowledge and is linked to the line of Teacher Training and Pedagogical Practices of the Graduate Program in Science Teaching (PPGEC). Its aim is to understand the implications of developing a pedagogical practice based on the SCM process through the IFA, in the classroom scenario. Thus, the first movement in the self-reflective spiral began, as did the second, which consisted of planning the practice, which was carried out with the collaboration of teachers from the natural sciences, specifically biology and chemistry, and mathematics and its technologies, who work in the same class, which the researcher teaches in mathematics. Thus, this research looks at the classroom, in other words, at the students' production based on the materialization of the modeling process and at the practice of the research teacher and her collaborators, marking the movement of action in the self-reflective spiral. The research subjects are first-year high school students from a state school located in the countryside of Rio Grande do Sul – RS. The choice of class and school is related to the researcher's working environment, which justifies the location of the research. The data is made up of the students' written records, the lesson diaries of the researcher and the collaborating teachers, recorded material from one of the lessons and a semi-structured interview with the collaborating teachers. Data analysis follows the procedures of Content Analysis. The review study revealed an understanding of the model linked to the notion of representation and as an epistemic artifact, and of modeling as a means of qualifying the teaching and learning processes; it allowed for a better understanding of the MCM process, the recognition of different theoretical perspectives in the area of Science Teaching and Mathematics Education, as well as the practices developed. The analysis of the CMM practice developed with the students is configured as a movement of reflection of the self-reflective spiral and is present throughout the process, being textualized in three emerging categories that denote: 1) reading and interpreting information; 2) producing chocolate and packaging; 3) mathematical modeling and systematization. These categories go through the stages of the CMM process and include CA indicators, the most frequent being the organization and classification of information, followed by logical reasoning, justification and explanation. The analysis of the interview shows elements of the teachers' planning: resources used and difficulties and reflections on the practice carried out, revealing its potential and challenges. Teaching knowledge is mobilized during all the cycles of the self-reflective spiral triggered by the IFA, with professional training knowledge and experiential knowledge being the most frequent.

Keywords: science teaching; mathematics teaching; scientific literacy indicators; research-action training; teaching knowledge.

RESUMEN

Esta investigación aborda los temas de Investigación-Formación-Acción (IFA), Modelización en Ciencias y Matemáticas (MCM), Alfabetización Científica (AC) y enseñar conocimientos está vinculada a la línea de Formación Docente y Prácticas Pedagógicas del Programa de Posgrado en Enseñanza de las Ciencias (PPGEC). Su objetivo es comprender las implicaciones de desarrollar una práctica pedagógica basada en el proceso MEC a través de la IFA, en el escenario del aula. Así, se inició el primer movimiento de la espiral autorreflexiva y el segundo, que consistió en la planificación de la práctica, que se llevó a cabo con la colaboración de profesores de ciencias naturales, concretamente biología y química, y matemáticas y sus tecnologías, que trabajan en la misma clase donde la investigadora es la profesora de matemáticas. Así, esta investigación mira al aula, es decir, a la producción de los alumnos a partir de la materialización del proceso de modelización y a la práctica de la profesora investigadora y sus colaboradores, marcando el movimiento de la acción en la espiral autorreflexiva. Los sujetos de la investigación son alumnos de primer año de enseñanza media de una escuela estatal localizada en el interior de Rio Grande do Sul – RS. La elección de la clase y de la escuela está relacionada con el ambiente de trabajo de la investigadora, lo que justifica la localización de la investigación. Los datos se componen de los registros escritos de los alumnos, los diarios de clase de la investigadora y de los profesores colaboradores, material grabado de una de las clases y una entrevista semiestructurada con los profesores colaboradores. Los datos se analizaron mediante procedimientos de análisis de contenido. El estudio de revisión reveló una comprensión del modelo vinculada a la noción de representación y como artefacto epistémico, y de la modelización como medio de cualificación de los procesos de enseñanza y aprendizaje; permitió una mejor comprensión del proceso de MCM, el reconocimiento de diferentes perspectivas teóricas en el área de la Enseñanza de las Ciencias y de la Educación Matemática, así como de las prácticas desarrolladas. El análisis de la práctica de MCM desarrollada con los alumnos se configura como un movimiento de reflexión de la espiral autorreflexiva y está presente a lo largo de todo el proceso, textualizándose en tres categorías emergentes que denotan: 1) lectura e interpretación de la información; 2) elaboración de chocolate y envasado; 3) modelización matemática y sistematización. Estas categorías recorren las etapas del proceso MMC e incluyen indicadores de AC, siendo los más frecuentes la organización y clasificación de la información, seguidos del razonamiento lógico, la justificación y la explicación. El análisis de la entrevista muestra elementos de la planificación de los profesores: recursos utilizados y dificultades y reflexiones sobre la práctica realizada, revelando sus potencialidades y desafíos. El saber pedagógico se moviliza durante todos los ciclos de la espiral autorreflexiva desencadenada por el IFA, siendo el saber de formación profesional y el saber experiencial los más frecuentes.

Palabras clave: enseñanza de las ciencias; enseñanza de las matemáticas; indicadores de alfabetización científica; formación en investigación-acción; conocimientos pedagógicos.

LISTA DE ABREVIATURAS

AC	Alfabetização Científica
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
FURB	Fundação Universidade Regional de Blumenau
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
IFA	Investigação-Formação-Ação
MCM	Modelagem nas Ciências e Matemática
PPGEC	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
RS	Rio Grande do Sul
UESC	Universidade Estadual de Santa Cruz
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFN	Universidade Franciscana
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UNIVATES	Universidade do Vale do Taquari
USP	Universidade de São Paulo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação do processo de modelagem	33
Figura 2 – Registro fotográfico dos alunos confeccionando o chocolate.....	67
Figura 3 – Produção das embalagens	69
Figura 4 – Registro do Grupo 3 sobre o custo de um chocolate	72
Figura 5 – Registro do Grupo 1 sobre o custo de um chocolate	73
Figura 6 – A constituição das espirais autorreflexivas.....	100
Figura 7 – Espiral autorreflexiva da professora pesquisadora das professoras colaboradoras.....	102

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Processo do ciclo da IFA.....	17
Quadro 2 – Planejamento da prática pedagógica desenvolvida em nove encontros.....	18
Quadro 3 – Composição do texto de dissertação	20
Quadro 4 – Quantificação das pesquisas encontradas.....	26
Quadro 5 – Teses e dissertações analisadas	27
Quadro 6 – Quantificação das unidades de registro modelo e modelagem	30
Quadro 7 – Sentidos atribuídos à palavra modelo e modelagem	30
Quadro 8 – Diferentes entendimentos de Modelagem Matemática na Educação Matemática	34
Quadro 9 – Reconhecimento do desenvolvimento de práticas de MCM.....	37
Quadro 10 – Indicadores do desenvolvimento da AC	56
Quadro 11 – A ação da espiral autorreflexiva	59
Quadro 12 – As categorias e os episódios.....	61
Quadro 13 – Episódio 1 e os indicadores da AC na primeira etapa da MCM – leitura e interpretação de informações – texto.....	62
Quadro 14 – Episódio 2 e os indicadores da AC na primeira etapa da MCM – leitura e interpretação de informações – vídeo.....	64
Quadro 15 – Episódio 3 e os indicadores da AC na segunda etapa da MCM – produção de chocolate e das embalagens – divisão da quantidade de chocolate.....	65
Quadro 16 – Episódio 4 e os indicadores da AC na segunda etapa da MCM – produção de chocolates	67
Quadro 17 – Episódio 5 e os indicadores da AC na segunda etapa da MCM – produção das embalagens	70
Quadro 18 – Episódio 6 e os indicadores da AC na terceira etapa da MCM – modelo matemático e sistematização	72
Quadro 19 – Indicadores da AC e quantificação nos episódios (E).....	74
Quadro 20 – Codificação das unidades de contexto	85
Quadro 21 – Síntese da quantificação das unidades de contexto e dos saberes docentes mobilizados em cada um dos ciclos da IFA	86
Quadro 22 – Categoria planejamento e a síntese do processo analítico.....	87
Quadro 23 – Categoria reflexão sobre a prática docente e a síntese do processo analítico	90

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	ESTADO DO CONHECIMENTO SOBRE PESQUISAS EM MODELAGEM NAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO	22
3	PRÁTICA PEDAGÓGICA DE MODELAGEM NAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA: UM CENÁRIO PARA O DESENVOLVIMENTO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	51
4	OS SABERES DOCENTES EM UMA PRÁTICA PEDAGÓGICA DE MODELAGEM NAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA PELA VIA DA INVESTIGAÇÃO-FORMAÇÃO-AÇÃO	78
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	100
	REFERÊNCIAS	105
	GLOSSÁRIO	108
	APÊNDICE A – Texto: “Dia do Chocolate: Como o Brasileiro Consome Chocolate”	109
	APÊNDICE B – Vídeo: “Como é a Produção de Chocolates Artesanais”	110
	APÊNDICE C – Entrevista	111
	APÊNDICE D – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para Pais de Menores Envolvendo Pesquisas em Instituições Educativas	113
	APÊNDICE E – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para Maiores de 18 Anos – Caso Geral	116
	ANEXO A – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa	119

1 INTRODUÇÃO

Os processos de ensino e de aprendizagem se materializam na sala de aula, a partir das interações estabelecidas entre alunos e professores. Nesse cenário, o papel do professor consiste em conduzir e orientar os alunos para que eles ampliem as compreensões acerca dos temas que são estudados.

Sou¹ professora da Educação Básica desde 2010 e, nesse período, tive a oportunidade de atuar em diferentes níveis de ensino, sempre procurando por alternativas para relacionar o conteúdo discutido em sala de aula com o cotidiano dos alunos, o que demanda tempo para estudo e planejamento. Refletindo sobre o meu exercício da docência, despertei-me a realizar um curso em nível de mestrado acadêmico. Optei pelo Mestrado em Ensino de Ciências por acreditar que cursar o referido Mestrado é uma possibilidade de contribuir para a melhoria do ensino e da aprendizagem dos alunos nas escolas nas quais sou professora, além de ser uma oportunidade de refletir sobre a minha prática, na perspectiva de transformá-la e buscar compreender as questões ligadas ao Ensino de Ciências e Matemática. Assim, optei pela linha de pesquisa Formação de Professores e Práticas Pedagógicas, a qual tem compromisso com os processos formativos e constitutivos da docência e também com a problematização e a significação de conhecimentos científicos em contextos pedagógicos.

A escrita deste texto perpassa pelo desenvolvimento dos ciclos da minha espiral autorreflexiva conforme denota Alarcão (2011): problema, observação, reflexão, planificação e ação. Ou seja, considerando como ponto de partida o problema de repensar a minha prática pedagógica, por meio da observação e da reflexão dela, planejo e desenvolvo uma ação intencionalmente, avaliando, refletindo e aprendendo num movimento de constituição docente e de me tornar pesquisadora da minha própria prática.

Ao pensar na escola e na sua função há que se destacar o compromisso com a formação e o desenvolvimento humano em todas as suas dimensões e considerar, de acordo com Maldaner (2014), o fato de que a aprendizagem científico-escolar tem chance de acontecer se os conhecimentos históricos de uma ciência fazem sentido para o aluno e para o professor.

Nesse sentido, ao planejar a prática pedagógica, devemos considerar o contexto, as características dos alunos e a realidade local, na perspectiva de que eles possam compreender

¹Utilizo a primeira pessoa do singular nos primeiros parágrafos da Introdução deste texto, pois problematizo a minha prática docente, sendo o primeiro movimento da espiral autorreflexiva de Alarcão (2011).

essa realidade à luz dos conhecimentos científicos e transformá-la, ou seja favorecer o desenvolvimento da sua Alfabetização Científica (AC). Para tal, os fundamentos da Modelagem nas Ciências e Matemática (MCM) de Biembengut (2016) podem orientar o desenvolvimento da prática do professor e constituírem-se em aliados para contextualizar os conteúdos curriculares e abordar situações problemáticas do contexto dos alunos, permitindo a formulação de problemas, a negociação e a defesa de ideias e pontos de vista e a tomada de decisões conscientes, os quais são elementos que marcam o desenvolvimento da AC. Para Schultz e Bonotto (2021), as práticas de MCM favorecem o desenvolvimento da AC, pois apresentam elementos que envolvem os alunos em problemas do seu contexto social, estimulando o interesse e a curiosidade científica de modo interdisciplinar, para compreender e interpretar o seu cotidiano e tomar decisões responsáveis.

De acordo com Biembengut (2016), a essência da modelagem está na curiosidade de conhecer e compreender um fenômeno. Desse modo, o processo tem início a partir de um problema que se tem interesse em resolver, a partir do qual, busca-se informações e elabora-se um modelo, entendido como uma representação de algum fato, situação, fenômeno e ideia. O modelo pode ser expresso em diferentes linguagens: língua natural, maquete, desenho, gráfico ou tabela. Uma vez elaborado e expresso o modelo, realiza-se a validação do mesmo. Assim, Biembengut (2016, p. 102) denomina a modelagem como uma “área de pesquisa voltada à elaboração ou criação de um modelo”.

A adaptação do processo de modelagem para o Ensino de Ciências e Matemática é denominada de Modelagem na Educação – Modelação e compreendida por Biembengut (2016) como um método de ensino com pesquisa, isso porque ao desenvolver o processo de modelagem se perpassa pelas etapas da pesquisa científica, desde a formulação do problema até a obtenção dos resultados.

A partir deste entendimento propomos o desenvolvimento desta pesquisa a qual consiste num convite para repensar a prática docente a partir da inserção dos fundamentos da MCM na sala de aula. Diante disso, o problema proposto nesta pesquisa consiste em responder: Quais as implicações do desenvolvimento de uma prática pedagógica fundamentada no processo de MCM, pelo viés da Investigação-Formação-Ação (IFA), no cenário da sala de aula? Ao mencionarmos o cenário da sala de aula pensamos em dois movimentos: dos alunos e do desenvolvimento da AC e da professora pesquisadora e das colegas colaboradoras que realizaram a intervenção na sala de aula.

Desse modo, o objetivo geral desta pesquisa consiste em compreender as implicações do desenvolvimento de uma prática de MCM, pelo viés da IFA no cenário da sala de aula. De modo específico, buscamos:

- compreender as pesquisas realizadas envolvendo as temáticas: IFA e MCM, com atenção para aquelas que desenvolveram práticas de modelagem no nível médio de ensino;
- compreender como a realização de uma prática pedagógica de MCM, pelo viés da IFA, contribui para o desenvolvimento da AC;
- compreender os saberes docentes mobilizados nos ciclos da espiral autorreflexiva constituída a partir do planejamento, do desenvolvimento, da observação e da reflexão de uma prática de MCM, bem como, as potencialidades e os desafios acerca da inserção de práticas de MCM na sala de aula.

Considerando os objetivos apresentados classificamos esta pesquisa como sendo de natureza qualitativa, a qual inicialmente perpassou por um estudo de revisão sobre as temáticas MCM e IFA, assumindo a perspectiva de uma IFA, na qual “a aprendizagem é um processo transformador da experiência no decorrer da qual se dá a construção do saber” (Alarcão, 2011, p. 53).

De acordo com Bogdan e Biklen (1994), a pesquisa qualitativa tem como fonte direta de dados o ambiente natural, ou seja, se preocupa com o contexto investigado e tem no pesquisador o seu instrumento principal, o qual se preocupa mais com o processo do que com o produto. Assim, na pesquisa qualitativa o pesquisador está “continuamente a questionar os sujeitos da investigação, com o objetivo de perceber aquilo que eles experimentam, o modo como eles interpretam as suas experiências e o modo como eles próprios estruturam o mundo social em que vivem” (Bogdan; Biklen, 1994, p. 51).

Desse modo, a constituição dos dados se deu através de múltiplos procedimentos e do contato direto do pesquisador com seus alunos e suas colegas professoras, mediante o desenvolvimento de uma prática de MCM, planejada com a colaboração dos professores da área das Ciências da Natureza, de modo específico, da Biologia e da Química, e da Matemática e suas Tecnologias, que atuam na mesma turma, a qual a professora pesquisadora é regente na disciplina de Matemática, tendo assim, o ambiente natural no qual as professoras atuam como fonte de dados e o pesquisador como instrumento principal.

Os sujeitos desta pesquisa são alunos do 1º ano do Ensino Médio, de uma Escola Estadual de Educação Básica localizada na região Noroeste do Rio Grande do Sul e as professoras colaboradoras que contribuíram com o planejamento e a implementação da prática

de MCM na sala de aula. A escolha da turma e da escola estão relacionadas ao ambiente de trabalho da pesquisadora, por isso, justifica-se o local da pesquisa. Os procedimentos de coleta de dados se deram por meio dos registros escritos dos alunos, do diário de aula da professora pesquisadora e das professoras colaboradoras e, também, a partir da realização de uma entrevista semiestruturada desenvolvida com as professoras colaboradoras. A entrevista realizada (APÊNDICE C) teve duração de aproximadamente 1h30min, foi gravada e, posteriormente, transcrita.

Cabe destacar que a produção de diários é utilizada em processos de IFA, pois de acordo com Alarcão (2011) consiste em uma estratégia do desenvolvimento da capacidade de reflexão do professor. Para Porlán e Martín (1997, p. 39, tradução nossa), “o diário é um instrumento útil para a descrição, a análise e a avaliação da realidade escolar”. E, portanto, constitui um instrumento de reflexão e de pesquisa da própria prática. Desse modo, o diário é utilizado como um elemento sistematizador da aula e também possibilita um processo reflexivo, pois ao escrever sobre a aula o professor pondera os momentos mais importante, as dificuldades apresentadas pelos alunos, o que poderia ter realizado de forma diferente, entre outros elementos.

A organização da prática pedagógica segue os princípios da IFA e os pressupostos da MCM. O Quadro 1 apresenta a síntese do processo desenvolvido pelo viés da IFA:

Quadro 1 – Processo do ciclo da IFA

Ciclos da IFA	Descrição	Organização
Observação e problematização	Diálogo com as colegas da escola sobre a pesquisa a ser realizada e convite para a participação e o desenvolvimento Diálogo formativo sobre MCM e problematização dos processos de ensino e de aprendizagem Diálogo e sensibilização das professoras sobre o processo de escrita dos diários de aula Planejamento coletivo de uma prática pedagógica de MCM	Reunião de área a ser realizada na escola com as professoras colaboradoras
Planificação	Planejamento coletivo de uma prática pedagógica de MCM	Realizado na escola em reunião de área com as professoras
Ação	Implementação da prática pedagógica nas aulas de Biologia, Química e Matemática	Na escola, em uma turma de 1º ano do Ensino Médio, nas aulas de Biologia, Química e Matemática
Reflexão – avaliação e modificação	Avaliação reflexiva da prática desenvolvida	Diálogo com as professoras participantes em reunião de área e de análise dos diários de aula Análise da produção escrita dos alunos após o desenvolvimento de cada aula

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

O planejamento da prática de MCM seguiu os fundamentos de Biembengut (2016) e perpassou pelas etapas de: 1) percepção e apreensão na qual acontece a delimitação da situação-problema e a familiarização com o assunto; 2) compreensão e explicitação na qual se dá a formulação do problema, do modelo e sua resolução; e 3) significação e expressão na qual acontece a interpretação da solução, a avaliação, a validação do modelo e a expressão do resultado.

O tema da prática pedagógica está relacionado ao consumo e a produção de chocolates e foi escolhido de modo conjunto com as professoras de Biologia, Química e Matemática, de modo a despertar o interesse dos alunos e possibilitar articulações entre as áreas sobre diferentes aspectos do conhecimento de natureza social, cultural, histórica e científica, além de potencializar o debate entre os pares e o trabalho cooperativo.

O planejamento da prática pedagógica dá início a um novo ciclo da espiral autorreflexiva, a qual se desenvolve a partir das etapas do processo de MCM. O Quadro 2 apresenta a síntese do planejamento da prática pedagógica, conforme Biembengut (2016). Destacamos que as etapas apresentadas no Quadro 2 não são disjuntas e acontecem num ir e vir conforme se desenvolve o processo de MCM:

Quadro 2 – Planejamento da prática pedagógica desenvolvida em nove encontros

Etapas da MCM	Encontro	Período	Disciplina	Atividade
Percepção e apreensão	1º Encontro	2P	Matemática	Apresentação do plano de trabalho; introdução da temática a partir de um texto sobre o consumo de chocolate e as questões relacionadas
	2º Encontro	1P	Biologia	Pesquisar os tipos de chocolates, os valores nutricionais, os benefícios e os malefícios
	3º Encontro	2P	Química	Texto informativo e reflexivo sobre a “composição química do chocolate”; representação e interpretação das substâncias químicas
Compreensão e explicitação	4º Encontro	1P	Biologia	Estudo do cacau: nome científico, tipo de fruto, flor, característica da planta, informações gerais da planta, reprodução e tipo de célula
	5º Encontro	1P	Química	Ação e efeito das substâncias químicas; estudo dos tipos de chocolate e suas interpretações químicas
	6º Encontro	1P	Matemática	Vídeo sobre “como é a produção de chocolates artesanais”; diálogo e reflexão escrita
	7º Encontro	2P	Matemática	Calculando o custo de produção; elaboração de tabelas e gráficos sobre o custo de produção
	8º Encontro	4P	Matemática e Química	Produção dos chocolates e da confecção das embalagens
Significação e expressão	9º Encontro	1P	Matemática, Biologia e Química	Representação do custo de fabricação das unidades de chocolate; organização do seminário de socialização

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Durante todo o processo da IFA os professores mobilizam e transformam seus saberes docentes, que são saberes dos professores e que os diferenciam de outras profissões. De acordo com Tardif (2013), esses saberes são os saberes disciplinares, curriculares, profissionais (da ciência da educação e pedagógicos) e experienciais e, trataremos dessa tipologia, no Capítulo IV. Para esse autor, esses saberes são temporais, plurais, heterogêneos e provenientes de diferentes. Eles se mostram como um amálgama, afetando e sendo afetados pelo professor no contexto do seu trabalho a partir de suas vivências e experiências individuais e coletivas.

Conforme Bogdan e Biklen (1994), a análise de dados consiste na organização sistemática dos dados, a fim de aumentar a compreensão do pesquisador sobre o material analisado e permitir comunicar aos outros aquilo que encontrou. Esse processo envolve a organização dos dados, a divisão em unidades manipuláveis, a procura de padrões, a descoberta de aspectos importantes e do que deve ser apreendido e comunicado. Nesta pesquisa, a análise dos dados tanto do estudo de revisão como da prática de MCM segue os procedimentos da Análise de Conteúdo de Bardin (2016, p. 23), a qual é considerada como “um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens”; e perpassa pelas etapas: a) a pré-análise, a qual consiste em leituras, formulação das hipóteses e dos objetivos, constituição do *corpus* da pesquisa e da preparação do material; b) a exploração do material, nessa fase é realizada a identificação do *corpus*, também chamada de codificação; c) o tratamento dos resultados obtidos e a interpretação, no qual é realizada a seleção e a descrição dos resultados.

A pesquisa seguiu os princípios éticos com seres humanos, mantendo o sigilo e o anonimato dos alunos e das professoras e está cadastrada na Plataforma Brasil sob o nº 63234522.2.0000.5564.

Este texto de dissertação está organizado em capítulos, os quais são apresentados por meio de artigos que estão vinculados aos objetivos da pesquisa. O formato de artigos para a dissertação é adotado pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC), *Campus Cerro Largo*. Os artigos, que compõem os capítulos do texto da dissertação, estão apresentados no Quadro 3:

Quadro 3 – Composição do texto de dissertação

Artigo	Capítulo	Título	Objetivo
	Capítulo I	Introdução	
Artigo I	Capítulo II	Estado do conhecimento sobre pesquisas em Modelagem nas Ciências e Matemática no Ensino Médio	Compreender as pesquisas realizadas envolvendo as temáticas: IFA e MCM, com atenção para aquelas que desenvolveram práticas de modelagem no nível médio de ensino
Artigo II	Capítulo III	Prática pedagógica de Modelagem nas Ciências e Matemática: um cenário para o desenvolvimento da alfabetização científica	Compreender como o desenvolvimento de uma prática pedagógica de MCM, desenvolvida na perspectiva da IFA contribui para o desenvolvimento da AC
Artigo III	Capítulo IV	Os saberes docentes em uma prática pedagógica de modelagem nas ciências e matemática pela via da investigação-formação-ação	Compreender os saberes docentes mobilizados nos ciclos da espiral autorreflexiva constituída a partir do planejamento, desenvolvimento, observação e reflexão de uma prática de MCM, bem como, as potencialidades e os desafios acerca da inserção de práticas de MCM na sala de aula
	Capítulo V	Considerações Finais	

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

O primeiro capítulo consiste nesta introdução, na qual apresentamos, a partir da problematização e reflexão da prática docente, o objeto de pesquisa e os objetivos, a metodologia e procedimentos de análise e a organização deste texto. No segundo capítulo, “Estado do conhecimento sobre pesquisas em Modelagem nas Ciências e Matemática no Ensino Médio”, apresentamos o reconhecimento das pesquisas realizadas que versam sobre MCM e IFA. A busca foi realizada na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), a qual possibilitou a análise de teses e dissertações, no período de 2014 a 2022. Reconhecemos, por meio da Análise de Conteúdo das pesquisas analisadas, o sentido atribuído às palavras modelo e modelagem; os diferentes entendimentos e os referenciais teóricos que tratam de modelagem no Ensino de Ciências e na Educação Matemática, bem como, o desenvolvimento e a estruturação de práticas de modelagem no nível médio de ensino.

O terceiro capítulo intitulado, “Prática pedagógica de Modelagem nas Ciências e Matemática: um cenário para o desenvolvimento da alfabetização científica”, versa sobre MCM e AC. Neste artigo textualizamos o movimento de reflexão acerca das implicações do desenvolvimento da prática de MCM desenvolvida com 12 alunos do nível médio de ensino na perspectiva da AC. Esse movimento reflexivo é constitutivo da espiral autorreflexiva da professora pesquisadora. A análise realizada se desenvolveu por meio da construção de seis episódios a partir das etapas do processo de MCM, nos quais marcamos os indicadores do desenvolvimento da AC, apresentados por Sasseron e Carvalho (2008). A prática pedagógica

foi planejada com o objetivo de permitir que os alunos trabalhassem ativamente no processo de construção do seu conhecimento e, durante o seu desenvolvimento, os alunos são levados à investigação científica em busca da resolução de problemas que foram emergindo do desenvolvimento da atividade.

O quarto capítulo intitulado “Os saberes docentes em uma prática pedagógica de modelagem nas ciências e matemática pela via da investigação-formação-ação” apresenta o processo reflexivo da professora pesquisadora e das professoras colaboradoras sobre a prática desenvolvida revelando as potencialidades e desafios apresentados pelas professoras, além dos saberes docentes mobilizados nos ciclos da espiral autorreflexiva. Os resultados obtidos advêm da Análise de Conteúdo da entrevista realizada com as professoras colaboradoras e são discutidos pelo viés da IFA e dos saberes docentes na perspectiva de Tardif (2013).

Por fim, são apresentadas as considerações realizadas a partir da construção deste texto de dissertação e as referências utilizadas nesta introdução.

2 ESTADO DO CONHECIMENTO SOBRE PESQUISAS EM MODELAGEM NAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO

RESUMO

Este texto apresenta um estudo de revisão acerca das pesquisas realizadas sobre Modelagem nas Ciências e Matemática (MCM) desenvolvidas com alunos do nível médio de ensino pela via da Investigação-Formação-Ação (IFA), na perspectiva do desenvolvimento da Alfabetização Científica (AC). Desse modo, é de abordagem qualitativa, do tipo pesquisa bibliográfica. A constituição dos dados se deu por meio de busca na plataforma da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) do Instituto Brasileiro de Informação, Ciência e Tecnologia (IBICT). A análise dos dados seguiu os procedimentos da Análise de Conteúdo, a qual permitiu reconhecer a compreensão dos autores sobre modelos e modelagem. Acerca das práticas de modelagem, evidenciamos diferentes enfoques para a escolha do tema que dá início ao processo, os conteúdos abordados e o contexto de desenvolvimento, bem como, as potencialidades e os desafios que necessitam ser transpostos. As perspectivas da IFA e da AC nas pesquisas com modelagem ainda carecem de estudos.

Palavras-chave: modelagem; ensino de Ciências; ensino de Matemática; alfabetização científica; investigação-formação-ação.

ABSTRACT

This paper presents a bibliographic review study about the researches carried out on Science and Mathematical Modelling (MCM), prioritizing those that present pedagogical modelling practices developed with high school students through the Action-Training-Research (IFA), in the perspective of the Scientific Literacy (AC) development. Therefore, this research has a qualitative approach based on the bibliographic research style. The constitution of the data took place through a research on the platform of the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD) of the Brazilian Institute of Information, Science and Technology (IBICT). Data analysis followed the Content Analysis procedures, which allowed recognizing the authors' understanding of models and modelling. Regarding modelling practices, we highlighted different approaches to the choice of the theme that initiates the process, the contents addressed and the development context, well as the potentialities and challenges that need to be transposed. The perspectives of IFA and AC in modelling research still lack studies.

Keywords: modelling; Science teaching; Mathematics teaching; scientific literacy; action-training-research.

1 INTRODUÇÃO

Os processos de ensino e de aprendizagem, os quais acontecem na escola, vêm passando por transformações, visto o fácil acesso à informação e ao desenvolvimento de diferentes tecnologias. A democratização de acesso a dados e informações vem transformando

a atuação e as expectativas relacionadas à atividade docente, implicando transformações necessárias na prática pedagógica do professor, a qual deve atentar para a necessidade de favorecer contextos que permitam aos alunos a compreensão do mundo que os rodeia, que estimulem a sua curiosidade, o seu espírito de investigação e o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas, habilidades estas necessárias no mundo contemporâneo.

A Lei nº 13.415/2017 altera a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDBEN nº 9.394/1996 e estabelece mudanças no Ensino Médio, dentre elas a ampliação do tempo de permanência do aluno na escola de 800 horas para 1.000 horas e a definição de uma organização curricular que contemple as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). O novo Ensino Médio contempla o desenvolvimento de habilidades e competências relacionadas às áreas de Matemática e suas Tecnologias, Linguagem e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, e estipula o desenvolvimento de 1.200 horas para atividades de Formação Técnica e Profissional. Tais mudanças visam a atender às demandas e complexidades do mundo do trabalho e da vida em sociedade. Ao final do Ensino Médio o aluno terá um certificado de Ensino Médio regular e também a certificação do curso técnico ou profissionalizante que cursou.

Desse modo, o novo Ensino Médio deve priorizar a realização de atividades que promovam a cooperação, a resolução de problemas, o desenvolvimento do pensamento crítico, a discussão, a sistematização e a comunicação de resultados baseados em argumentos coerentes, o entendimento acerca de tecnologias, bem como, o desenvolvimento de uma postura ética. De acordo com Sasseron e Carvalho (2008), esses elementos são premissas para a formação de um cidadão e profissional alfabetizado cientificamente.

A partir do exposto, acreditamos que os fundamentos da MCM podem contribuir para a formação de sujeitos mais críticos com capacidade de ler e transformar a realidade em que vivem. Biembengut (2016) define a MCM como um método de ensino com pesquisa, pois ao perpassar pelo processo de modelagem o aluno perpassa pelas etapas da pesquisa científica, desde a escolha do tema e formulação do problema até a comunicação dos resultados obtidos.

A Modelagem é o processo envolvido na elaboração de modelo de qualquer área do conhecimento. Trata-se de um processo de pesquisa. A essência deste processo emerge da mente de uma pessoa quando alguma dúvida genuína ou circunstância instigam-na a encontrar uma melhor forma para alcançar uma solução, descobrir um meio para compreender, solucionar, alterar, ou ainda, criar e aprimorar algo (Biembengut, 2016, p. 21).

Para Biembengut (2016, p. 178), a adaptação do processo de modelagem para o ensino é denominada de modelação e:

[...] oportuniza a cada aluno: entender uma situação e seu respectivo contexto; conhecer as linguagens envolvidas, incluídas as da Matemática e/ou das Ciências, que lhes permita descrever, representar, resolver a situação; e interpretar/validar o resultado dentro desse contexto e aprender a arte de modelar, a pesquisar. Permite ainda propiciar ao aluno o gosto e o interesse por alguma área do conhecimento, ao perceber que esses conteúdos então apreendidos lhes valem como fundamentos ou mesmo “meios” importantes.

A autora apresenta, ainda, que tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior a inserção da modelagem na sala de aula pode se dar em duas frentes: uma que permite o desenvolvimento do conteúdo curricular e não curricular a partir da elaboração de modelos sobre temas e assuntos de interesse dos alunos e também a partir das aplicações em diferentes áreas do conhecimento, e noutra em que o processo todo se realiza a partir dos temas escolhidos pelos alunos, esta, menos comum na sala de aula. Importa destacar que em ambas as frentes os alunos desenvolvem habilidades para solucionar problemas advindos de diferentes áreas do conhecimento.

Desse modo, os fundamentos da modelagem podem ser uma possibilidade de organizar e estruturar o ensino na sala de aula. Para tal, é necessário o professor ter ciência do processo, a fim de que o faça de modo intencional, uma vez que é ele o portador da responsabilidade na elaboração e execução dos planos de trabalho.

Nesse sentido, apostamos no modelo da IFA de Güllich (2013), para o qual a IFA é um processo que enfatiza a reflexão como categoria formativa, ou seja, transforma a experiência pela via reflexiva e possibilita um movimento de pesquisa da própria prática. Para tal, aposta-se na escrita de diários e relatos de experiência como meios de pesquisa da própria prática e, ainda, como movimento de (re)significação e constituição de saberes e fazeres, “a fim de possibilitar transformar práticas, modificar contextos e reconstruir conhecimentos” (Güllich, 2017, p. 207). Para Güllich (2013, p. 268), “a aprendizagem que se dá no contexto da IA [Investigação-Ação] é um processo que transforma a experiência pela via reflexiva, com isso adquire potencial formativo”.

Segundo Alarcão (2010), as espirais da pesquisa-ação se desenvolvem segundo os ciclos de planificação, ação, observação e reflexão, ou seja, a pesquisa-ação compreende algumas espirais/ciclos de investigação, que poderiam ser assim resumidos: como primeira tarefa, impõe-se um determinado problema da experiência concreta e sua compreensão nos

seus vários elementos; após esta, temos a análise estruturada do mesmo, que implica processos de observação e de reflexão, passos necessários à conceitualização, resoluções dos problemas práticos e à aprendizagem de caráter cíclico e desenvolvimentista. Radetzke, Güllich e Emmel (2020), Bremm (2022) e Bremm e Güllich (2022) acrescentam a esses ciclos novas etapas ao desenvolvimento da espiral autorreflexiva: o avaliar e o modificar, os quais indicam o início de novas espirais autorreflexivas, pois ocorrem por meio da resignificação da prática. Esses mecanismos instigam o professor investigador para a melhoria do seu fazer docente, pois, ao investigar suas ações, o professor estuda formas/propostas para melhorá-las.

Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa consiste em compreender como as práticas pedagógicas de MCM, pela via da IFA, contribuem para o desenvolvimento da AC dos alunos do Ensino Médio. Para tal, organizamos este texto apresentando, na sequência, os procedimentos metodológicos, a discussão e resultados e, por fim, as considerações sobre o estudo realizado.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Considerando o objetivo desta pesquisa, classificamos a mesma como sendo de natureza qualitativa na perspectiva de Bogdan e Biklen (1994), ou seja, a pesquisa qualitativa preocupa-se com a compreensão detalhada dos significados e características de situações apresentadas pelo pesquisador, o qual é o principal responsável por constituir os dados. Para Bogdan e Biklen (1994, p. 47), “na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal”.

A constituição dos dados deu-se a partir da revisão das publicações sobre o tema MCM na BDTD. Para tal, utilizamos os indicadores de busca “Modelagem”, “Ensino de Ciências”, “Ensino de Matemática”, “Ensino Médio”, “Alfabetização Científica”, “Investigação-Formação-Ação” e “Pesquisa-Ação”, considerando os campos de busca avançada, título e assunto.

A seguir, o Quadro 4 apresenta a quantificação dos trabalhos localizados considerando o período de 2006 a 2022, a partir dos indicadores de busca apresentados:

Quadro 4 – Quantificação das pesquisas encontradas

Indicadores de busca no título	Indicadores de busca no assunto	Quantificação pesquisas encontradas	Quantificação pesquisas selecionadas para análise
Modelagem	Ensino de Ciências, Ensino Médio	18	5
Modelagem, Ensino de Matemática	Ensino Médio	12	5
Modelagem	AC, Ensino Médio	0	0
Modelagem	IFA, Ensino Médio	0	0
Modelagem	Pesquisa-Ação, Ensino Médio	0	0

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

A partir da identificação das pesquisas realizamos a leitura dos resumos, com a finalidade de selecionar para análise somente aquelas que apresentassem o desenvolvimento das práticas pedagógicas de MCM. Desse modo, não foram selecionadas as pesquisas que apenas apresentavam a análise dos dados sem a descrição da prática realizada. As pesquisas selecionadas constam no Quadro 5 apresentado na sequência e são todas desenvolvidas no nível médio de ensino. Ainda, reconhecemos que, a partir dos indicadores AC, IFA ou Pesquisa-Ação, não encontramos nenhuma pesquisa, indicando, desse modo, que apostar em práticas pedagógicas de MCM pelo viés da IFA, à luz do desenvolvimento da AC, parece um cenário profícuo para o desenvolvimento de estudos.

Para a análise e descrição dos resultados utilizamos, como aporte metodológico, a Análise de Conteúdo de Bardin (2016). Essa abordagem metodológica propõe três etapas, sendo elas: a) a pré-análise; b) a exploração do material; e c) o tratamento dos resultados obtidos e interpretação.

A pré-análise é a etapa de organização do material a ser analisado. Consistiu em reconhecer dissertações e teses e, a partir do critério de seleção apresentado anteriormente, selecionamos 10 pesquisas para análise, as quais constituem o *corpus* deste estudo e serão submetidas aos procedimentos analíticos.

Na sequência, na etapa de exploração do material, realizamos a leitura dos trabalhos na íntegra, constituindo sínteses e tabulando dados de identificação no *Microsoft Excel*, sendo estes: tipo de pesquisa (dissertação ou tese), ano, palavras-chave título, Instituição de Ensino Superior, Nomenclatura do Programa de Pós-Graduação, Campo Empírico, Estado no qual a pesquisa foi desenvolvida, área de conhecimento, trabalhos selecionados e não selecionados e justificativa. Nesta etapa, também escolhemos as unidades de registro e de contexto visando à categorização e à contagem frequencial. Para tal, realizamos recortes em âmbito linguístico (palavra) e semântico (tema). Desse modo, no linguístico utilizamos como unidade de registro as palavras Modelo e Modelagem, a fim de evidenciar a compreensão dos pesquisadores e as

referências teóricas utilizadas e, no semântico, usamos como tema as práticas de modelagem desenvolvidas. Para a identificação das pesquisas utilizamos codificação P1, P2, ..., P10 (P – pesquisa e a numeração de acordo com os números apresentados para ordená-los), como indicado no Quadro 5:

Quadro 5 – Teses e dissertações analisadas

Pesquisa	Título	Autor	Ano	IES
P1	Modelagem nas Ciências e Matemática como método de ensino com pesquisa no Ensino Médio	Cristiano Romais	2014	FURB
P2	Modelagem Matemática: uma proposta pedagógica para o Ensino Médio Técnico	Paulo Robson Pereira da Cunha	2020	UNIVATES
P3	Compreendendo visões de estudantes sobre ciências e suas relações com o ensino fundamentado em modelagem em contextos cotidiano, científico e sociocientífico	Monique Aline Ribeiro dos Santos	2019	UFMG
P4	Elaboração e aplicação de uma ferramenta para análise do diálogo em sala de aula: um estudo em atividades de ensino fundamentado em modelagem nos contextos cotidiano, científico e sociocientífico	Marina Rodrigues Martins	2020	UFMG
P5	A aprendizagem de conteúdos de funções e estatística por meio da Modelagem Matemática: alimentação, questões sobre obesidade e desnutrição	Karla Jaqueline Souza Tatsch	2006	UFN
P6	Aprendizagem com a metodologia da Modelagem Matemática: com a voz os estudantes	Romeu Gonçalves de Moraes	2018	UFPR
P7	O uso da Modelagem Matemática no ensino de funções: uma abordagem dinâmica e variacional	Ronaldo Ramunno	2019	USP
P8	Modelagem Matemática e Leishmaniose: proposta de ensino e de aprendizagem relacionando Biologia e Matemática	Erisnaldo Francisco Reis	2016	UNIVATES
P9	Modelagem Matemática e bicicleta: proposta de ensino e de aprendizagem para alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola no município de Santana – AP	Fábio Andressa dos Santos	2015	UNIVATES
P10	Modelagem Matemática a partir do tema pecuária: uma proposta para o estudo de funções no Ensino Médio	Dayane Cristielle Siqueira	2021	UNIVATES

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Na terceira etapa realizamos o tratamento dos resultados obtidos e a interpretação à luz dos referenciais teóricos, estabelecendo aproximações entre as pesquisas analisadas. Para tal, procuramos compreender o entendimento dos autores acerca das palavras modelo e modelagem e, na sequência, partimos para a compreensão do desenvolvimento das práticas de modelagem desenvolvidas. Desse modo, estabelecemos duas categorias *a priori*: 1) A compreensão de modelo e modelagem a partir das pesquisas analisadas; e 2) Práticas Pedagógicas de Modelagem. A seguir apresentamos a discussão e os resultados obtidos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente apresentamos o reconhecimento das pesquisas e, na sequência, os resultados e discussões atrelados às categorias estabelecidas *a priori*.

3.1 RECONHECIMENTO DAS PESQUISAS

A apresentação das pesquisas selecionadas para análise e apresentadas no Quadro 5 evidencia que a maioria das pesquisas (9) se constituem como Dissertações de Mestrado, sendo apenas uma desenvolvida em âmbito de Doutorado (P4). No que se refere ao vínculo institucional, reconhecemos que a Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES) é a Instituição de Ensino Superior que apresenta o maior quantitativo de trabalhos (4: P2, P8, P9 e P10) das 10 pesquisas analisadas, envolvendo a temática modelagem, todas vinculadas ao Programa de Pós-Graduação Ensino de Ciências Exatas. No Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), reconhecemos duas pesquisas (P4 e P3) versando sobre o Ensino de Ciências Fundamentado em Modelagem, expressão utilizada pela pesquisadora Rosária Justi, a qual é uma referência no assunto na área de Ciências. Destacamos, também, a pesquisa (P5) vinculada ao PPGEC e Matemática da Universidade Franciscana (UFN), realizada com a adoção da Modelagem Matemática e do tipo Pesquisa-Ação. Assim, embora não tenhamos encontrado nenhuma pesquisa a partir dos indicadores de busca utilizados IFA ou IA, conforme apresentado no Quadro 4, ao lermos o texto na íntegra, reconhecemos a utilização da Pesquisa-Ação como perspectiva teórica e metodológica na P5 e o contexto da AC na P1 e P4, conforme denotam as passagens a seguir:

A pesquisa foi do tipo pesquisa-ação, uma vez que as atividades foram realizadas com uma turma de alunos do Ensino Médio da escola em que a professora (pesquisadora) atua, ocorrendo, dessa forma, uma pesquisa sobre a própria prática (P5, p. 38).

A presente pesquisa trata da Modelagem nas Ciências e Matemática, como um método de ensino com pesquisa, e [...] busca-se desenvolver nos estudantes do Ensino Médio a Alfabetização Científica e as competências [...], bem como, os conteúdos de forma interdisciplinar e contextualizada (P1, p. 57).

As 10 pesquisas analisadas são de cunho qualitativo, do tipo estudo de caso (P2, P3, P4, P8 e P9), análise descritiva (P10), mapeamento na pesquisa educacional (P1) e pesquisa-

ação (P5), baseadas no referencial teórico sobre o tema com as concepções de alguns autores em relação à Modelagem Matemática e suas contribuições para a Educação Matemática (P6 e P7).

Quanto aos objetivos das pesquisas, identificamos que estão assim vinculados: ao desenvolvimento da capacidade de argumentação desde o ensino fundamentado em modelagem (P4); analisar a AC dos alunos a partir da Modelagem como método de ensino com pesquisa (P1); e compreender as implicações do desenvolvimento de práticas pedagógicas de modelagem nos processos de ensino e aprendizagem (P2, P3, P5, P6, P7, P8 e P10). As passagens, a seguir, denotam o exposto:

Compreender as contribuições da integração de práticas científicas de argumentação e modelagem para o desenvolvimento da argumentação dos estudantes (P4, p. 25).

Ensino por Investigação, em específico; o fundamentado em modelagem pode favorecer a integração de práticas científicas, o que pode contribuir para uma educação científica (P4, p. 76).

As contribuições que a Modelagem nas Ciências e Matemática como método de ensino com pesquisa proporciona à Alfabetização Científica dos estudantes [...] (P1, p. 31).

Contribuir para um melhor desenvolvimento e para o crescimento dos estudantes, que, ao percorrerem o caminho do trabalho desenvolvido, tiveram a possibilidade de questionar e buscar soluções para a situação-problema em estudo (P2, p. 24).

Analisar as implicações do uso da Modelagem Matemática nos processos de ensino e de aprendizagem [...] (P8, p. 15).

Em relação aos instrumentos de constituição de dados das pesquisas analisadas, identificamos entrevistas (3: P2, P6 e P10), questionários (4: P3, P5, P8 e P9), diário de campo de professores e alunos (2: P2 e P9), diário de campo professores e pesquisador (4: P3, P4, P8 e P10), observações das atividades dos alunos (3: P1, P5 e P6), observações da pesquisadora participante (2: P3 e P4), gravações em áudio e vídeo (6: P2, P3, P4, P8, P9 e P10), fórum *Google Meet* (1: P10) e a pesquisa (1: P7) não especificou seus instrumentos de constituição dos dados. A partir do reconhecimento das pesquisas percebemos que as gravações em áudio e vídeo são os instrumentos mais utilizados nos trabalhos analisados, seguido da realização de questionários e registro em diário de campo dos professores e pesquisadores. Na sequência, textualizamos resultados e discussões a partir das categorias *a priori* estabelecidas.

3.2 A COMPREENSÃO DE MODELO E MODELAGEM A PARTIR DAS PESQUISAS ANALISADAS

Esta categoria foi definida *a priori*, a fim de reconhecermos como as pesquisas apresentam a compreensão sobre Modelos e Modelagem. Para tal, utilizamos como unidade de registro as palavras “Modelo” e “Modelagem”. O Quadro 6 apresenta a frequência referente às palavras, do título às referências, nas pesquisas selecionadas. Conforme assinala Bardin (2016), a unidade de registro corresponde ao segmento de conteúdo considerado unidade base, visando o estabelecimento de categorias e sua frequência no texto.

Quadro 6 – Quantificação das unidades de registro modelo e modelagem

Código	Modelo	Modelagem
P1	97	120
P2	123	400
P3	712	257
P4	665	351
P5	84	191
P6	26	284
P7	46	165
P8	51	280
P9	51	254
P10	47	214
Total	1902	2516

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

A partir da análise realizada utilizando a unidade de registro modelo, reconhecemos os sentidos vinculados como representação de alguma coisa ou como artefatos epistêmicos, conforme descrito no Quadro 7:

Quadro 7 – Sentidos atribuídos à palavra modelo e modelagem

Categoria <i>a priori</i>	Subcategorias emergentes	Unidades representativas	Compreensões autores²
Modelo	Representação de alguma coisa (P1, P2, P5, P6, P7, P8, P9 e P10)	<i>“[...] O modelo é expresso em linguagem Matemática, representa a situação-problema modelada a ser resolvida” (P1, p. 41)</i>	Bassanezi (2010); Burak (1994); Biembengut (2014, 2016); Almeida, Silva e Vertuan (2012)
	Artefato epistêmico (P3 e P4)	<i>“[...] quando os estudantes são envolvidos em atividades de modelagem, eles constroem o conhecimento científico a partir do processo que envolve o elaborar e utilizar modelos” (P3, p. 30)</i>	Gilbert e Justi (2016)

²Para o reconhecimento das obras, consultar as pesquisas mencionadas.

Categoria a priori	Subcategorias emergentes	Unidades representativas	Compreensões autores³
Modelagem	Metodologia de ensino 50% das pesquisas analisadas (P2, P5, P6, P8 e P10)	<i>“[...] a Modelagem Matemática como uma metodologia alternativa para o Ensino de Matemática, que deve ser iniciado a partir do interesse dos envolvidos no processo”</i> (P2, p. 13)	Burak (1992, p. 62)
	Método de ensino com pesquisa (P1)	<i>“Modelagem nas Ciências e Matemática como método de ensino com pesquisa, por considerar que esse método de ensino possibilita a integração de disciplinas e de áreas de conhecimento, e, ainda, pode propiciar aos professores orientarem seus estudantes à iniciação científica, às competências e às habilidades”</i> (P1, p. 31)	Biembengut (2014, 2016)
	Ambiente de aprendizagem (P9)	<i>“Modelagem é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da Matemática, situações com referência na realidade”</i> (P9, p. 29)	Barbosa (2001)
	Alternativa pedagógica (P7)	<i>“Modelagem Matemática constitui uma alternativa pedagógica na qual fazemos uma abordagem, por meio da Matemática de uma situação-problema não essencialmente Matemática”</i> (P7, p. 9)	Almeida, Silva e Vertuan (2012)

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Do exposto no Quadro 7, observa-se que a noção de **modelo como representação de alguma coisa** é empregada por diferentes autores, como Bassanezi (2010), Biembengut (2016), Burak (2004), dentre outros. Já o sentido atribuído à palavra **modelo como um artefato epistêmico** é exposto por Gilbert e Justi (2016). Ainda, as pesquisas que apresentam a compreensão de **modelo como representação de alguma coisa** estão vinculadas à área de Educação Matemática (P1, P2, P5, P6, P7, P8, P9 e P10), e, de modo específico, trazem a noção de modelo matemático. Já as pesquisas vinculadas ao Ensino de Ciências (P3 e P4) ampliam a compreensão de modelo como representação parcial de alguma coisa e compreendem o **modelo como uma ferramenta do pensamento**, utilizada no processo de produção de um conhecimento científico.

No estudo de Silva e Catelli (2019) é apresentada a evolução histórica do conceito de modelo e, segundo estes autores, o sentido epistemológico desse conceito gira em torno de dois sentidos. “O modelo como uma representação de algo pré-existente de um lado e de um modelo como representação simplificada, abstrata e idealizada da realidade, de outro lado” (Silva; Catelli, 2019, p. 1). Também, o estudo de revisão de Schultz e Bonotto (2021) evidencia a palavra “modelo” atrelada à noção de representação. Para Biembengut (2016, p.

³Para o reconhecimento das obras, consultar as pesquisas mencionadas.

88), “o modelo é entendido como meio para representar algo, tomar decisões ou ser utilizado heurísticamente para conhecer melhor sobre a situação-problema”. As passagens a seguir denotam as compreensões apresentadas:

[...] O modelo é expresso em linguagem Matemática, representa a situação-problema modelada a ser resolvida (P1, p. 41).

Modelos Matemáticos constituem formas de representação da realidade. Tabelas, relações funcionais, gráficos, figuras geométricas são alguns exemplos de modelos matemáticos (P7, p. 21).

O exposto é defendido por Biembengut (2016) e Bassanezi (2010). Segundo Biembengut (2016, p. 84), podemos considerar “modelo uma representação que pode ser por meio de desenho ou imagem, projeto, esquema, gráfico, mapa, lei Matemática. Isto é, um conjunto de símbolos que interagem entre si [...] representando alguma coisa”. Já para Bassanezi (2010, p. 20), “o modelo matemático é um conjunto de símbolos e relações Matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado”.

De acordo com Gilbert, Boulter e Elmer (2000), a noção de modelos como representações parciais de entidades (objetos, eventos, processos ou ideias) é frequentemente encontrada na literatura. Gilbert e Justi (2016), entretanto, ampliam essa perspectiva e compreendem modelos como artefatos epistêmicos, e, desse modo, possuem outras finalidades para além de representar entidades. Essa noção tem sido adotada pelo Grupo de Pesquisa Reagir – Modelagem e Educação em Ciências – desde então, e está presente nas pesquisas P3 e P4, conforme destacam as passagens a seguir:

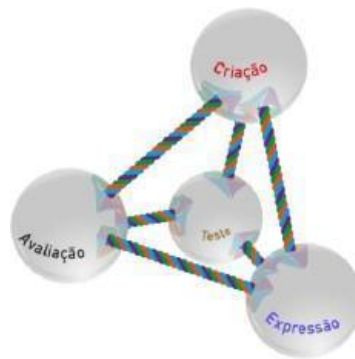
[...] são entendidos como artefatos epistêmicos, o que significa que não são apenas representações parciais de entidades em diferentes níveis, por exemplo, macroscópico, microscópico e submicroscópico, mas sim uma ferramenta de pensamento utilizada no processo de produção de um conhecimento científico (P4, p. 38).

A ideia de modelos como artefatos epistêmicos possui um significado mais amplo do que a de modelos apenas como representações (P3, p. 29).

Sobre a compreensão de Modelagem, percebemos diferentes perspectivas na área de Ensino de Ciências e na Educação Matemática, conforme apresentado no Quadro 7. Na área de Ensino de Ciências reconhecemos o estudo de Gilbert e Justi (2016) sendo assumido como perspectiva teórica. Estes autores utilizam a expressão “Ensino Fundamentado em Modelagem” e defendem que essa perspectiva pode contribuir para o desenvolvimento de

uma visão mais ampla e menos ingênua sobre Ciências. Ainda, assinalam que o processo de Modelagem é “[...] *um processo cíclico, complexo, criativo, não linear, não predeterminado e, portanto, dinâmico, tanto de elaboração e expressão de modelos, como de utilização dos mesmos na construção do conhecimento científico*” (P3, p. 30). Além disso, Gilbert e Justi (2016) apresentam algumas etapas para o desenvolvimento do processo de Modelagem, as quais estão representadas na Figura 1:

Figura 1 – Representação do processo de modelagem



Fonte: Gilbert e Justi (2016, p. 36).

A opção pelo tetraedro se dá em razão de ele ser uma forma geométrica que apresenta os vértices equidistantes, e, desse modo, ela pode ser rodada sem nenhuma alteração nas relações entre os vértices, e pode-se perceber que as etapas não possuem uma ordem específica, enfatizando, dessa maneira, que o processo é cíclico, não linear, complexo e dinâmico (Martins, 2020). Ainda:

[...] são observados quatro fios de cores distintas entrelaçados entre si formando uma corda. Cada fio representa um dos processos cognitivos envolvidos em todas as etapas da modelagem: criação de representações, realização de experimentos mentais, elaboração de raciocínio analógico e argumentação (P4, p. 40).

Já as pesquisas vinculadas à Educação Matemática apresentam diferentes entendimentos acerca de modelagem, apresentando como referências teóricas pesquisadores nessa linha. Reconhecemos Rodney Carlos Bassanezi, pioneiro da inserção dos pressupostos da Modelagem na sala de aula, sendo citado em 80% das pesquisas analisadas, Jonei Cerqueira Barbosa e Maria Salett Biembengut em 70%, Dionísio Burak e seu grupo e Lourdes Almeida e seu grupo em 60%, Ademir Donizete Caldeira em 40%. O estudo de Bonotto (2017) assinala o entendimento de alguns pesquisadores, conforme apresentamos no Quadro 8:

Quadro 8 – Diferentes entendimentos de Modelagem Matemática na Educação Matemática

Pesquisadores	Entendimentos acerca da Modelagem Matemática na Educação Matemática
Jonei Cerqueira Barbosa	Ambiente de aprendizagem – perspectiva sociocrítica
Lourdes Werle de Almeida	Alternativa pedagógica
Ademir Caldeira	Concepção de Educação Matemática
Dionísio Burak	Metodologia de ensino
Maria Salete Biembengut	Método de ensino com pesquisa

Fonte: Bonotto (2017, p. 32).

Neste estudo optamos por descrever o processo de Modelagem a partir das perspectivas assumidas nas pesquisas. Assim, a perspectiva de Dionísio Burak, **modelagem como uma metodologia de ensino**, é assumida em 50% das pesquisas analisadas (P2, P5, P6, P8 e P10). Para Burak (1992, p. 62), a Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática “constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é estabelecer um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões”.

[...] a Modelagem Matemática como uma metodologia alternativa para o Ensino de Matemática, que deve ser iniciada a partir do interesse dos envolvidos no processo (P2, p. 13).

Este autor apresenta cinco etapas para o processo de Modelagem: 1) escolha do tema, a qual parte do interesse dos estudantes e o professor pode auxiliar nas tomadas de decisão; 2) pesquisa exploratória, que consiste no levantamento de informações sobre o tema proposto no local de interesse dos estudantes; 3) levantamento dos problemas, constituídos a partir dos dados coletados na pesquisa exploratória; 4) resolução do(s) problema(s), em que se utilizam as ferramentas Matemáticas conhecidas (ou não) pelo estudante; 5) análise crítica das soluções, na qual se discute a(s) solução(ões) encontradas (Bonotto, 2017).

A concepção de MCM como um **método de ensino com pesquisa** é defendida por Biembengut (2016), e é a perspectiva assumida na pesquisa P1. Para esta autora, a modelagem é a área de pesquisa voltada à criação de um modelo, processo este presente em todas as áreas do conhecimento, quando a autora amplia a concepção de Modelagem Matemática para MCM, e entende que, ao adaptar o processo de Modelagem para o ensino, se faz Modelagem na Educação-Modelação, concebida como um método de ensino com pesquisa.

Modelagem nas Ciências e Matemática como método de ensino com pesquisa, por considerar que esse método de ensino possibilita a integração de disciplinas e de áreas de conhecimento, e, ainda, pode propiciar aos professores orientarem seus estudantes à iniciação científica, às competências e às habilidades (P1, p. 31).

Biembengut (2016) apresenta que o processo de Modelagem é desenvolvido em três etapas, não necessariamente disjuntas: 1) percepção e apreensão, na qual se dá a escolha do tema e a familiarização com o assunto a ser estudado; 2) compreensão e explicitação, quando acontece a formulação do problema, a elaboração do modelo e sua resolução; e 3) significação e expressão, na qual o modelo é validado e comunicado.

Segundo Biembengut (2016), ao desenvolver as fases da modelagem o professor pode ensinar os conteúdos curriculares (e não curriculares) e, ao mesmo tempo, orientar o aluno à pesquisa. Ao mostrar o caminho da pesquisa, o professor possibilita o desenvolvimento de forma autônoma, e o aluno poderá inteirar-se com temas de seu interesse.

A concepção de Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 17), para os quais a “Modelagem Matemática constitui uma alternativa pedagógica na qual fazemos uma abordagem, por meio da Matemática de uma situação-problema não essencialmente Matemática”, é a perspectiva assumida na pesquisa P7:

Nesse projeto segui a proposta defendida por Almeida e Dias (2004) [...] os autores argumentam que em um primeiro momento o professor deve colocar os alunos em contato com uma situação-problema, expondo os dados e informações necessárias. A investigação do problema [...] é acompanhada pelo professor, principalmente a fase de matematização (P7, p. 22).

O processo de Modelagem Matemática, na concepção de Almeida, Silva e Vertuan (2012), é conduzido por meio de quatro etapas: Inteiração; Matematização; Resolução e Validação; e Interpretação de Resultados. De acordo com esses autores, a inteiração representa um primeiro contato com a situação-problema a ser estudada, com a finalidade de conhecer suas características e especificidades, ou seja, é o ato de compreensão da situação inicial em voga, que permite a visualização mental e a confecção do problema (Almeida; Silva; Vertuan, 2012).

A matematização envolve a reprodução da base constituída na etapa anterior para uma representação Matemática, o que pode exigir apreensão de conceitos e técnicas. A resolução abrange o desenvolvimento ou adaptação do modelo para o problema em evidência, conforme a similaridade dos dados identificados e a execução do plano e das estratégias estabelecidas pelo pesquisador, aplicando o modelo concebido de forma a localizar respostas para as perguntas e hipóteses formuladas acerca do problema (Almeida; Silva; Vertuan, 2012).

Conforme Almeida, Silva e Vertuan (2012), após é realizada a análise de julgamento dos resultados obtidos no processo, confrontando-os com a situação-problema em questão e as

hipóteses levantadas, no intuito de conjecturar se foram alcançados os objetivos propostos, ou seja, se a solução identificada é suficiente e satisfatória para os requisitos elencados no princípio do projeto. A negativa também é relevante e cuidadosamente ponderada, pois, nesse caso, segundo Almeida, Silva e Vertuan (2012), falseado o processo torna-se oportuno reavaliar as hipóteses consideradas (se a correlação é correta, avaliar a que grau as hipóteses não contemplam o que se questiona), a estrutura Matemática empregada e a transcrição dos dados extraídos da resolução, para, então, a partir dessa releitura, retornar para a etapa de matematização. Existe, também, a possibilidade de haver variadas soluções para uma mesma conjuntura observada. Nessa ocasião, é válido, ao pesquisador, contrapor fatores, analisando qual alternativa demanda menor volume de esforços, tempo e recursos para que se estabeleça, de modo a consolidar fundamentos que viabilizem a escolha de uma melhor opção.

O entendimento de modelagem de Barbosa (2001) é assumido na pesquisa P9. Para Barbosa (2001, p. 6), “modelagem é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da Matemática, situações com referência na realidade”. Assim, *“desenvolvi a intervenção pedagógica utilizando a Modelagem Matemática como metodologia de ensino aliado à perspectiva de Jonei Cerqueira Barbosa, visando à produção de conhecimento”* (P9, p. 106). Há que se destacar que Barbosa (2001) não concebe a Modelagem como metodologia de ensino, conforme mencionado no excerto apresentado, e, para este autor, a modelagem pode ser desenvolvida considerando três situações, elencadas a seguir: situação 1: o professor apresenta um problema com seus dados qualitativos e quantitativos, incumbindo aos alunos apenas a resolução; situação 2: o professor apresenta um problema, cabendo aos alunos a coleta de dados e a resolução; situação 3: o professor solicita que os alunos formulem problemas, colem dados e os resolvam. O professor é apenas um orientador.

Para Bonotto (2017), embora (co)existam diferentes entendimentos de Modelagem Matemática na Educação Matemática, as pesquisas convergem em relação à escolha do tema ou problema que inicia o processo, destacando que deve partir da realidade do aluno ou de outra área do conhecimento e ser do interesse deles.

A partir do exposto e do reconhecimento acerca da compreensão de modelo e modelagem apresentada nas pesquisas, vislumbramos que processo de modelagem carrega consigo elementos que favorecem o desenvolvimento da AC, pois o processo de construção de modelos possibilita a leitura e compreensão da realidade a partir da mobilização e reconstrução dos conhecimentos sócio historicamente construídos.

3.3 PRÁTICAS DE MODELAGEM NAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Nesta categoria apresentamos o reconhecimento das práticas de MCM. A Análise de Conteúdo partiu de seis categorias estabelecidas *a priori* e permitiu a emergência de subcategorias, as quais estão descritas no Quadro 9:

Quadro 9 – Reconhecimento do desenvolvimento de práticas de MCM

Categorias <i>a priori</i>	Subcategorias emergentes
Temas abordados	Educação para a saúde
	Do cotidiano dos alunos
	Relacionadas a questões sociocientíficas
Conteúdos com maior frequência	Porcentagem, funções, geometria, estatística, regra de três, unidades de medida teoria de conjuntos e transformações químicas
Contexto de desenvolvimento de práticas de MCM	Escolas públicas em horário de aula e extraclasse
Potencialidades	Do desenvolvimento de práticas de Modelagem
	Aos alunos envolvidos em práticas de Modelagem
	Aos professores que desenvolvem práticas de Modelagem
Desafios	Demanda de maior tempo
	Tema, problema e obtenção de dados
	Formação de professores
	Escassez de recursos nas escolas
	Cumprimento, linearidade e avaliação dos conteúdos programáticos
	Favorecer uma visão mais ampla sobre Ciências

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Em relação à escolha dos temas abordados para o desenvolvimento do processo de Modelagem, a Análise de Conteúdo permitiu a identificação de três enfoques: 1) temas vinculados à educação para a saúde (4: P1, P5, P6 e P8); 2) temas do contexto dos alunos, considerando a sua realidade local (4: P2, P9 e P10); e 3) temas relacionados a questões sociocientíficas (2: P3 e P4). Além disso, em todas as pesquisas analisadas, exceto na P6, os temas são propostos pelos professores. As passagens, a seguir, denotam o exposto:

Ao desenvolver um projeto interdisciplinar com o tema Valoração à Saúde, o estudante precisa, por exemplo, entender como manter o corpo humano em equilíbrio energético, o que significa integrar diferentes disciplinas, pois a compreensão desse conhecimento depende da área das Ciências da Natureza e Matemática (Biologia, Física, Química e Matemática), bem como, de disciplinas de outras áreas, as quais se articulam com o projeto interdisciplinar e, assim, desenvolvem competências gerais (P1, p. 21).

A partir de problemas do dia a dia do aluno, foi possível vincular o conhecimento matemático a outros conhecimentos, o que levou o aluno a desenvolver as habilidades de compreender, interpretar, analisar, argumentar e avaliar situações. Ademais, foram proporcionados momentos para o próprio aluno tirar suas conclusões, tomar decisões e generalizar conceitos (P2, p. 166).

[...] selecionamos as temáticas “Propriedades dos plásticos” e “O problema do acúmulo de plásticos na sociedade”. Estas podem favorecer situações argumentativas científicas e sociocientíficas, assim como, a aprendizagem de conhecimentos científicos e sociais (P4, p. 89).

Ainda, reconhecemos que os conteúdos com maior frequência são: Porcentagem (5: P1, P2, P8, P9 e P10); Funções (4: P5, P7, P9 e P10); Geometria (4: P2, P6, P9 e P10); Estatística (4: P1, P2, P5 e P8); Regra de três (2: P1 e P8); Unidades de medida (2: P2 e P6); Teoria de conjuntos (2: P1 e P8) e Transformações químicas (2: P3 e P4).

Todas as práticas de modelagem foram desenvolvidas em escolas públicas, posto que as P1, P2, P3, P4, P6, P8 e P9 foram desenvolvidas em horário de aula, considerando a variação temporal entre 40-60 minutos. A P5 foi a única que teve sua prática aplicada em horário de aula e extraclasse, e nas P7 e P10 as práticas foram desenvolvidas em horário extraclasse. Ainda, em duas pesquisas reconhecemos a utilização de plataformas virtuais para o desenvolvimento das atividades: P2 e P10.

Sobre as potencialidades, as pesquisas analisadas assinalam contribuições acerca da inserção de práticas de Modelagem na sala de aula, vinculadas: 1) ao desenvolvimento de práticas de Modelagem; 2) aos alunos envolvidos em práticas de Modelagem; e 3) aos professores que desenvolvem práticas de modelagem.

Referente ao desenvolvimento de práticas de Modelagem, reconhecemos que possibilitam a reconstrução e significação de conhecimentos científicos (P1, P2, P3, P5, P7, P8, P9 e P10); as abordagens interdisciplinares (P1, P2, P4 e P7); a utilização e interpretação de diferentes formas de representação (P1, P2, P3 e P7); a abordagem de temas do contexto dos alunos (P1, P2, P3, P5, P8, P9 e P10); discussões sobre questões sociais, econômicas, políticas e culturais (P2, P3, P4, P5, P7, P9 e P10) e o desenvolvimento de uma visão mais ampla sobre Ciências (P3 e P4).

De acordo com Maldaner (2014, p. 18), faz “sentido aos estudantes aqueles conhecimentos históricos que são recontextualizados em alguma situação [...] ou passe a sê-lo na interação pedagógica”. Nesse sentido, as P1, P2, P3, P5, P7, P8, P9 e P10 assinalam que práticas pedagógicas pautadas nos fundamentos da Modelagem favorecem a reconstrução e significação de conhecimentos científicos, sejam os já estudados pelos alunos ou os que são abordados por meio das práticas desenvolvidas, como mostram as passagens a seguir:

[...] fazendo com que os estudantes, além de obterem os conhecimentos científicos, percorram o caminho da ciência para produzi-lo, de modo a torná-los mais aptos a buscar e sistematizar o conhecimento (P1, p. 7).

Pode-se inferir que as implicações de uma prática pedagógica à luz da Modelagem Matemática [...] instigaram para a discussão e construção do conhecimento, para o contato com novos conteúdos matemáticos e a resignificação dos já abordados em níveis de ensino anteriores e outras disciplinas específicas (P2, p. 7).

As primeiras situações-problema elaboradas proporcionaram a construção de modelos lineares, que não estavam previstos para a pesquisa. As atividades permitiram a retomada dos conceitos de função linear, conteúdo que os alunos já haviam estudado (P5, p. 146).

As P1, P2, P4 e P7 assinalam que a inserção de práticas de Modelagem na sala de aula possibilita a articulação entre as diferentes áreas do conhecimento, e, portanto, facilita abordagens interdisciplinares e considera a realidade e o contexto dos alunos (P1, P2, P3, P5, P8, P9 e P10). De acordo com Biembengut (2016), por meio da MCM o aluno pode aprender conceitos tanto da Matemática quanto de outras áreas do conhecimento, de forma interdisciplinar e contextualizada, e, ao mesmo tempo, aprender a pesquisar, pois, ao perpassar pelas etapas do processo de modelagem, perpassa pelas etapas da pesquisa científica. O assinalado pela autora está presente nas pesquisas, conforme denotam as seguintes passagens:

A partir da Modelagem nas Ciências e Matemática foi possível desenvolver os conteúdos e conceitos de forma interdisciplinar e contextualizada, bem como, pode-se integrar as disciplinas da área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (P1, p. 123).

Além disso, práticas de MCM possibilitam a utilização e interpretação de diferentes formas de representação (P1, P2, P3 e P7).

A atividade possibilitou aos estudantes o reconhecimento de símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica, bem como, a leitura e interpretação daqueles que aparecem em diferentes linguagens e representações (P1, p. 111).

Utilizar e interpretar diferentes formas de expressão e representação, comunicar ideias com correção e clareza, fazendo uso de terminologias adequadas (etapa de expressão dos diversos modelos elaborados e modificados) (P3, p. 223).

[...] foi necessário que os alunos fizessem várias conversões da função algébrica para a representação gráfica (P7, p. 53).

Discussões sobre questões sociais, econômicas, políticas e culturais também se fazem presentes nas pesquisas a partir do desenvolvimento de práticas de Modelagem (P2, P3, P4, P5, P7, P8, P9 e P10).

Que tal processo de ensino favoreceu o despertar da criança – questionadora, curiosa e motivada a buscar soluções para problemas reais do mundo – que existia nos estudantes, contribuindo, em alguma extensão, para eles se tornarem cidadãos mais críticos-reflexivos (P3, p. 230).

[...] mostraram ideias sensibilizadoras que chamam a atenção para ações individuais e coletivas relacionadas com a manutenção do controle da leishmaniose. Destaco que, nesse sentido, por fazerem referência a questões de relevância social, como por exemplo a relação da saúde pública e a necessidade de conscientização para ações preventivas e de controle da doença, ocorreu o aprendizado (P8, p. 139).

O tema bicicleta proporcionou discussões durante as aulas de Matemática a respeito dos deveres e direitos dos ciclistas, além de possibilitar momentos de reflexão sobre a importância desse meio de transporte para a saúde (P9, p. 6).

[...] salienta-se que o tema pecuária proporcionou discussões econômicas, sociais e culturais acerca dos diferentes tipos dessa atividade desenvolvida na comunidade (P10, p. 8).

Referente aos alunos envolvidos em práticas de Modelagem, as pesquisas assinalam que tais práticas favorecem o desenvolvimento: da criticidade e da criatividade que tornam os alunos mais motivados e interessados (P2, P3, P8, P9 e P10); da habilidade de elaborar, compreender, interpretar, avaliar situações, tomar decisões, validar resultados e generalizar conceitos (P2, P3 e P7); do protagonismo dos alunos (P2, P5, P7 e P9); da capacidade de argumentação (P2, P3 e P4); do trabalho cooperativo (P2, P5, P8 e P9); e de despertar o aluno para a pesquisa (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P8, P9 e P10), conforme denotam as passagens a seguir:

Ao final da pesquisa foi possível perceber a mudança de postura dos estudantes, que se tornaram mais críticos, criativos, participativos e motivados (P2, p. 7).

Concluímos que a participação de estudantes em atividades de ensino fundamentado em modelagem tende a favorecer o engajamento dos mesmos em uma argumentação consistente em um processo de construção de conhecimentos (P4, p. 297).

Modelagem Matemática – o professor proporciona um ambiente de liberdade e descontração, estimulando participação e a criatividade dos estudantes (P6, p. 68).

Entre os pontos positivos da realização da intervenção na turma, destaco, também, que os alunos se mostraram motivados para aprender e sociáveis entre si. Demonstraram interatividade, cooperação e espírito de coletividade (P8, p. 140).

As P2, P5, P6, P8, P9 e P10 mostram a importância do trabalho em grupo na Modelagem, em que os alunos são incentivados a debater, ouvir o outro e respeitar suas ideias, favorecendo o trabalho cooperativo.

O trabalho em grupo foi fundamental para o desenvolvimento dos problemas e de seus conteúdos (P2, p. 102).

Para os estudantes trabalhar em grupo favorece o aprendizado, porque ajudam uns aos outros nas dificuldades (P6, p. 168).

A Análise de Conteúdo também permitiu evidenciarmos que o desenvolvimento de práticas de MCM possibilitou ao professor refletir sobre a sua ação pedagógica na perspectiva de ser um pesquisador de sua prática, de mudar a sua postura de transmissor de conhecimentos para orientador e mediador na reconstrução dos conhecimentos (P2, P5, P7, P9 e P10).

Nessa metodologia, o professor deve mudar sua postura, orientando e interagindo mais com os alunos, com uma postura mais ativa, questionadora, que muito se aproxima da postura de um pesquisador (P2, p. 157).

Salienta-se, também, que esta pesquisa não possibilitou aprendizagens apenas aos discentes voluntários, mas, especialmente, à professora/pesquisadora, que conheceu um pouco mais a Modelagem como metodologia de ensino. A partir desta, percebeu que o ensino não deve estar centrado no conteúdo e sim no aluno e em seu contexto [...]. Por fim, compreendeu quão significativa é ser mediadora e não mera transmissora de conhecimentos, contribuindo para a construção de cidadãos críticos e participativos no contexto em que se encontram inseridos (P10, p. 127).

Sobre os desafios que necessitam ser transpostos de modo que os fundamentos da MCM se façam mais presentes no cenário da sala de aula, reconhecemos, com maior frequência, a demanda de maior tempo para planejamento e desenvolvimento de práticas de MCM (P1, P2, P5, P6 e P9), tempo este que, muitas vezes, o professor não dispõe devido às suas condições de trabalho.

[...] as baixas condições de trabalho dos professores, que trabalham com uma carga horária semanal superior a 40 horas em sala de aula e o pouco tempo para reflexões e planejamentos dos trabalhos a serem executados (P5, p. 123).

[...] posso salientar que a questão do tempo demandado para trabalhar os conteúdos foi pouco, [...] (P2, p. 158).

O tempo das aulas não era suficiente para a realização de todas as atividades, posto que a Modelagem Matemática requer tempo para diferentes momentos: pesquisas, análises e seleção de dados, discussões sobre o tema em estudo, elaboração e resolução das situações-problema e das atividades e, ainda, a análise crítica das soluções. Com isso, os alunos utilizaram o tempo de outras disciplinas e compareceram à escola em turno inverso (P5, p. 147).

Esse desafio também é assinalado por Silveira e Caldeira (2012) e Marmitt e Bonotto (2020) em estudos de revisão, sendo apresentado por Silveira e Caldeira (2012) como a relação dos professores com o trabalho, mostrando a maior exigência do professor na preparação e no momento da aula.

Desafios inerentes ao processo de MCM também são apresentados como dificuldade para a escolha do tema, elaboração do problema e obtenção de dados acerca do tema, que também são aspectos evidenciados referentes à natureza de atividades mais investigativas.

No início, os alunos apresentaram dificuldades na elaboração de seus problemas. Foi o momento em que precisei intervir, colocando a eles diversos exemplos do nosso cotidiano (P2, p. 157).

Aspectos relacionados à formação de professores, como o pouco tempo de sua formação e experiência, e o fato de alguns deles lecionarem disciplinas sem a devida formação, também são dificuldades para a inserção da MCM na sala de aula.

Ressalto que, talvez, alguns itens mais especificamente relacionados à Matemática pudessem ter sido mais explorados com os alunos durante a prática pedagógica, mas, por limitação relacionada à minha formação acadêmica, isso não ocorreu. Destaco, ainda, que esta foi a minha primeira experiência utilizando a metodologia da Modelagem Matemática (P8, p. 140).

Dificuldades associadas à escassez de recursos didáticos, dentre eles o acesso à tecnologia, também são apresentadas como desafio a ser superado, conforme expõem as passagens a seguir:

Em relação aos pontos negativos, foram citados os problemas estruturais da escola, em particular a falta de internet. Aqui cabe uma reflexão sobre a necessidade de melhores laboratórios de informática com internet, o que possibilitaria aos alunos realizarem pesquisas durante as aulas (P9, p. 105).

[...] algumas dificuldades surgiram no percurso. [...] as reuniões on-line, pois a má qualidade da conexão de internet impediu a participação de alguns alunos em determinados encontros. Percebeu-se, também, que nas reuniões on-line eles foram pouco participativos (P10, p. 128).

Questões relacionadas à linearidade e cumprimento dos conteúdos programáticos assinalado por Silveira e Caldeira (2012), Biembengut (2009) e Marmitt e Bonotto (2020) e o desenvolvimento da avaliação para atender à estrutura curricular, também são aspectos mencionados nas pesquisas.

Através dessas experiências de ensino foi possível vivenciar a angústia provocada pela preocupação com o risco de não atingir todos os conteúdos programados para aquele período letivo. Essa angústia não foi apenas da professora, mas pôde ser vista, inclusive, na reação dos alunos (P5, p. 149).

Reconhecemos que a MCM permite abordagens interdisciplinares como uma potencialidade do processo de MCM. Esse aspecto, entretanto, também se mostrou como um desafio para o seu desenvolvimento, conforme a passagem apresentada a seguir:

O desafio da pesquisa foi o de trabalhar os conteúdos relacionados à saúde, de forma integrada, de modo a possibilitar a interação entre as disciplinas, a partir de um tema guia (P1, p. 15).

Além disso, encontramos nas P3 e P4 discussões sobre o desafio que é promover um Ensino de Ciências que favoreça aos estudantes o desenvolvimento de uma visão mais ampla sobre Ciências e a participação no Ensino Fundamentado em Modelagem.

Assim, apontamos para a importância de tal ferramenta ser utilizada tanto na elaboração e desenvolvimento de propostas de ensino quanto em análises futuras, visando fomentar discussões sobre o grande desafio que é promover um Ensino de Ciências que favoreça aos estudantes o desenvolvimento de uma visão mais ampla sobre Ciências (P3, p. 230).

Diante do exposto, nossa intenção nesta seção foi apresentar o reconhecimento acerca de práticas de MCM. Destacamos que, a partir das categorias estabelecidas *a priori*, emergiram subcategorias e, dentre estas, assinalamos para as potencialidades e desafios da inserção de práticas de MCM, os quais são evidenciados nas pesquisas analisadas. Nesse sentido, pautamos a necessidade de estudos e práticas de MCM na formação de professores, tanto inicial quanto continuada, pois acreditamos que é na formação de professores de Ciências e Matemática que essa temática de estudo deve ser discutida para, então, se fazer menos pontual no cenário da sala de aula.

O reconhecimento das potencialidades das práticas de modelagem evidenciam elementos referentes ao desenvolvimento da Alfabetização Científica apresentados no estudo de Sasseron e Carvalho (2008) nos eixos estruturantes que tratam da compreensão básica de termos conhecimentos e conceitos científicos uma vez que, entre as potencialidades evidenciadas, a reconstrução e significação de conhecimentos científicos esteve presente, além de discussões sociais, econômicas, políticas, culturais e ambientais e o desenvolvimento de uma visão mais ampla sobre Ciências remetendo ao eixo que trata da compreensão da

natureza da ciência e das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

3.4 SOBRE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E INVESTIGAÇÃO-FORMAÇÃO-AÇÃO

O objetivo deste estudo consistiu em compreender as pesquisas envolvendo a temática MCM, priorizando aquelas que apresentam práticas pedagógicas de modelagem desenvolvidas com alunos do nível médio de ensino pela via da IFA, na perspectiva do desenvolvimento da AC. Conforme, entretanto, apresentamos no Quadro 4, o entrelaçamento dessas temáticas ainda carece de estudos. A partir da realização da leitura dos textos selecionados na íntegra localizamos nas P1, P2, P3, P4 e P8, aspectos relacionados ao nosso interesse, os quais discutimos nesta seção.

O estudo de Sasseron e Carvalho (2008) apresenta três eixos estruturantes que devem ser considerados no planejamento e análise ao se pensar no desenvolvimento da AC: 1) *compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais*; 2) *compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática*; e 3) *o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente*, e perpassa, também, pelo reconhecimento de que quase todo fato da vida de alguém tem sido influenciado, de alguma maneira, pelas ciências e tecnologias.

Nesse sentido, identificamos, nas pesquisas analisadas, elementos de práticas de MCM vinculados a esses eixos. O primeiro eixo marca a necessidade exigida na sociedade de “compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia a dia” (Sasseron; Carvalho, 2008, p. 335). As passagens, a seguir, dialogam com o exposto:

Para além das competências gerais, as atividades da unidade 1 contribuem no desenvolvimento da Alfabetização Científica, uma vez que ensinaram os estudantes a fazerem a leitura das informações em rótulos e embalagens de produtos alimentícios com diferentes olhares, como o da Matemática e das Ciências, bem como, a leitura do mundo em que vivem (P1, p. 113).

Por meio das atividades de modelação foi possível identificar como os estudantes compreendem e aplicam os conhecimentos científicos [...] (P8, p. 44).

Uma estratégia de ensino que oportuniza situações nessa direção é a Modelagem Matemática [...] pois permite situações de tomadas de decisões e o entendimento de questões relacionadas a fatos reais (P5, p. 36).

O nosso tema aborda a economia, então fui procurar no IBGE a economia do nosso Estado, no caso no total todo. Eu estou na página do IBGE e não consigo entender o que é isso por que está em porcentagem, índice de desenvolvimento humano 0,708, eu não faço a mínima ideia do que é isso (A3) (P2, p. 69).

De acordo com Lorenzon (2018, p. 452), a AC é “um processo que permite ao indivíduo a utilização de informações de cunho científico para realizar uma leitura e intervenção crítica do meio em que ele está inserido, resultando na adoção de novas atitudes que visam à melhoria de suas condições de vida”.

Uma solução para esse desperdício seria a prefeitura realizar uma parceria com os agricultores em se comprometendo comprar esses produtos e em seguida distribuir para famílias mais carentes. Aqui no município tem bastante família necessitada, não só no interior como dentro da cidade (P2, p. 72).

O segundo eixo reporta-se à ideia de “ciência como um corpo de conhecimentos em constantes transformações por meio de processo de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes” (Sasseron; Carvalho, 2011, p. 75). Nesse sentido, o processo de MCM perpassa pelas etapas do desenvolvimento de uma pesquisa científica desde a escolha do tema até a formulação do problema, e, portanto, é inerente a esse processo a busca de informações, o levantamento de hipóteses, a procura por padrões ou regularidades, a elaboração de modelos e a comunicação, permitindo, também, o desenvolvimento da capacidade argumentativa. Esses elementos estão presentes em práticas de MCM, conforme assinalam as passagens a seguir:

A partir de problemas do dia a dia do aluno foi possível vincular o conhecimento matemático a outros conhecimentos, o que levou o aluno a desenvolver as habilidades de compreender, interpretar, analisar, argumentar e avaliar situações (P2, p. 166).

[...] a importância de um ensino que possa contribuir para o desenvolvimento de uma visão mais ampla sobre Ciências. Diante disso, uma abordagem de ensino que tem se mostrado promissora é o Ensino Fundamental em Modelagem. Isso porque tal abordagem engloba uma série de outras práticas científicas e, portanto, pode favorecer aos estudantes desenvolver uma visão menos ingênua sobre Ciências (P3, p. 9).

O terceiro eixo trata da identificação do entrelaçamento entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, mostrando a necessidade de se compreender as aplicações dos saberes construídos pelas ciências considerando as ações que podem ser desencadeadas pela utilização dos mesmos, contribuindo para a formação de cidadãos críticos-reflexivos

(Sasseron; Carvalho, 2011). As passagens, apresentadas na sequência, trazem elementos de práticas de MCM presentes nesse eixo estruturante.

[...] no decorrer da aplicação das atividades previstas foi possível perceber que, ao desenvolver nos estudantes algumas competências gerais, como é o caso das trabalhadas no seminário, é possível também desenvolver nos estudantes a Alfabetização Científica, uma vez que amplia a visão e criticidade deles em relação ao mundo que vivem (P1, p. 116).

Para isso, eles precisam elaborar justificativas e/ou utilizar evidências que mostrem a coerência da solução, assim como, as vantagens e desvantagens da proposta a partir da análise do impacto da solução nos meios social, ambiental, econômico e científico (P4, p. 88).

Diante do apresentado anteriormente, vislumbramos que práticas pedagógicas de MCM possuem elementos que favorecem o desenvolvimento da AC, pois, constituindo-se como uma prática investigativa, além de possibilitar processos de ensino e de aprendizagem que priorizam o protagonismo dos alunos, também permite discussões de cunho social, econômico, ambiental e cultural, desenvolvendo, desse modo, a criatividade e a capacidade crítica, reflexiva e argumentativa, possibilitando a intervenção e transformação do meio em que vive.

Sobre a IFA, como mencionado anteriormente, esta expressão não foi identificada nas pesquisas, conforme apontamos no Quadro 4. A leitura na íntegra dos textos, porém, permitiu o reconhecimento de que a P5 adota como metodologia de pesquisa a pesquisa-ação, e justifica considerando “*que as atividades foram realizadas com uma turma de alunos do Ensino Médio da escola em que a professora (pesquisadora) atua, ocorrendo, dessa forma, uma pesquisa sobre a própria prática*” (P5, p. 38).

Os procedimentos são propostos através da pesquisa-ação, pois atende às seguintes características: [...], a pesquisa tem o objetivo de aumentar o conhecimento do pesquisador e o nível de consciência das pessoas e grupos considerados (P5, p. 40).

Desse modo, a articulação entre práticas de MCM à luz da AC pela via da IFA, mostra-se um campo ainda pouco explorado nas pesquisas. Nesse sentido, acreditamos que o desenvolvimento de práticas pedagógicas com fundamentos na IFA ajuda o professor a transcender a perspectiva tradicional de ensino e a valorizar e compreender a pesquisa em sala de aula, tornando-se potencializadora de formação de professores.

4 CONCLUSÃO

O estudo de revisão realizado permitiu maior compreensão acerca do processo de MCM, além do reconhecimento de diferentes perspectivas teóricas na área de Ensino de Ciências e na Educação Matemática.

As categorias definidas *a priori* e a Análise de Conteúdo desenvolvida possibilitaram clarificar elementos teóricos e práticos associados à MCM, como a compreensão de modelo e as diferentes etapas apresentadas por diversos autores referentes ao processo de modelagem. Além disso, permitiu, também, o reconhecimento de potencialidades e desafios apresentados que necessitam, ainda, ser transpostos.

Sobre a AC por meio de práticas de MCM, reconhecemos elementos em tais práticas marcados na apresentação dos três eixos estruturantes da AC destacados neste texto, que, ao perpassar pelo processo de MCM, favorecem o desenvolvimento da AC dos alunos.

Sobre a IFA, entendemos que se constitui numa metodologia de pesquisa que toma a reflexão como categoria formativa e possibilita ao professor tornar-se um pesquisador de sua própria prática e compreender-se como produtor de conhecimentos a partir das experiências que desenvolve em sala de aula, a qual torna-se objeto de pesquisa do professor e possibilita o seu reconhecimento como um profissional em constante autoformação.

Portanto, para que o professor possa trilhar esse caminho, há que se investir em processos formativos que valorizem a interação entre as dimensões pessoais e profissionais de modo a permitir que os professores se sintam sujeitos da formação e compreendam a sua prática como um lugar de produção de saberes, além do que, formação requer investimento pessoal, vontade do sujeito e compromisso de assumir-se como protagonista de seu desenvolvimento pessoal e profissional, deslumbrando a sua prática.

Além disso, conforme Brum (2023), a formação continuada como um elemento do trabalho docente, a partir da qual torna-se possível problematizar os desafios e problemas enfrentados no contexto específico de trabalho dos professores, de modo que tais problemas sejam compreendidos nos seus vários elementos no espaço escolar. Conforme Alarcão (2010), após esse processo de desocultação do problema, é necessário que sejam planejadas ações de enfrentamento, as quais, quando postas em ação, favorecem transformações no contexto específico de trabalho dos professores. Para tal, a autora sugere investir em modelos de formação fundamentados na IFA, que Güllich (2012, p. 219) reconhece como “um mecanismo de formação dos professores pautado em processos reflexivos”.

Contudo, esta pesquisa terá continuidade no cenário da sala de aula da autora deste texto, considerando os elementos da espiral reflexiva da IFA e o processo de MCM na perspectiva de compreender, a partir das etapas do processo de modelagem, como se evidenciam os elementos dos eixos estruturantes da AC.

5 REFERÊNCIAS

ALARCÃO, Isabel. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

ALMEIDA, Lourdes Werle de; SILVA, Karina Pessoa; VERTUAN, Rodolfo Eduardo. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. São Paulo: Contexto, 2012.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu/RJ. **Anais [...]**. Caxambu/RJ: ANPED, 2001. Disponível em: http://www6.ufrgs.br/espmat/disciplinas/funcoes_modelagem/modulo_I/modelagem_barbosa.pdf. Acesso em: 14 jun. 2022.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 1. ed. São Paulo: Edições 70, 2016.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo: Contexto, 2010.

BIEMBENGUT, Maria Salett. 30 anos de Modelagem Matemática na educação brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria – Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 7-32, 2009.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem na Educação Matemática e na Ciência**. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem no Ensino Fundamental**. Blumenau: Edifurb, 2014.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sara 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. 310f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, 1996.

BREMM, Daniele. **O papel da sistematização de experiências no processo de investigação-formação-ação de professores de Ciências**. 2022. 161f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2022.

BREMM, Daniele; GÜLLICH, Roque Ismael da Costa. **Do diário de formação à sistematização da experiência: o processo de (auto)formação de professores de Ciências**. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/8JJybwQ45B4Qc6XCg4Yn9Bb/>. Acesso em: 20 out. 2022.

BURAK, Dionísio. A Modelagem Matemática e a sala de aula. *In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 1., 2004, Londrina. **Anais [...]**. Londrina, 2004.

BURAK, Dionísio. Critérios norteadores para a adoção da Modelagem Matemática no Ensino Fundamental e secundário. **Revista Zetetiké**, ano 2, n. 2, p. 47-60, 1994.

BURAK, Dionísio. **Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino e aprendizagem**. 1992. 460f. Tese (Doutorado em Psicologia Educacional) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

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. (ed.). Developing models in Science Education*. Dordrecht: Kluwer, 2000.

GILBERT, John K.; JUSTI, Rosária. **Modelling-based Teaching in Science Education**. Basel, Switzerland: Springer International Publishing, 2016.

GÜLLICH, Roque Ismael da Costa. Formação em Ciências e em Biologias: discutindo requisitos de um processo didático. *In: GÜLLICH, Roque Ismael da Costa (org.). Didática da Biologia*. Curitiba: APPRIS, 2017.

GÜLLICH, Roque Ismael da Costa. **Investigação-formação-ação em Ciências: um caminho para reconstruir a relação entre livro didático, o professor e o ensino**. Curitiba: Prismas, 2013.

GÜLLICH, Roque Ismael da Costa. **O livro didático, o professor e o ensino de Ciências: um processo de investigação-formação-ação**. 2012. 263f. Tese (Doutorado em Educação nas Ciências) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2012.

LORENZON, Mateus. **A espiral investigativa como uma estratégia de desenvolvimento da alfabetização científica nos anos iniciais do Ensino Fundamental**. 2018. 232f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2018.

MALDANER, Otavio Aloisio. Formação de professores para um contexto de referência conhecido. *In: NERY, Belmayr Knopki; MALDANER, Otavio Aloisio (orgs.). Formação de professores: compreensões em novos programas e ações*. Ijuí: Ed. 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**, v. 4, p. 1-24, 2020.

MARTINS, Marina Rodrigues. **Elaboração e aplicação de uma ferramenta para análise do diálogo em sala de aula: um estudo em atividades de ensino fundamentado em modelagem nos contextos cotidiano, científico e sociocientífico**. 2020. 341f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

RADETZKE, Franciele Siqueira; GÜLLICH, Roque Ismael da Costa; EMMEL, Rúbia. A constituição docente e as espirais autorreflexivas: investigação-formação-ação em Ciências. **Vitruvian Cogitationes**, v. 1, n. 1, p. 65-83, 2020.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, p. 333-352, 2008.

SCHULTZ, Adriane Kis; BONOTTO, Danusa de Lara. Scientific modeling and science literacy in early childhood: a review study. **Actio: Docência em Ciências**, v. 6, n. 1, p. 1-19, 2021.

SILVA, Fernando Siqueira da; CATELLI, Francisco. Os modelos nas Ciências: traços da evolução histórico-epistemológica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 4, 2019.

SILVEIRA, Everaldo; CALDEIRA, Ademir Donizeti. Modelagem na sala de aula: resistências e obstáculos. **Bolema**, v. 26, n. 43, p. 249-275, 2012.

3 PRÁTICA PEDAGÓGICA DE MODELAGEM NAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA: UM CENÁRIO PARA O DESENVOLVIMENTO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

RESUMO

Este artigo versa sobre Modelagem nas Ciências e Matemática (MCM) e Alfabetização Científica (AC) e objetiva apresentar resultados de pesquisa qualitativa, cuja questão norteadora consiste em responder: Como a realização de uma prática pedagógica de MCM, pelo viés da IFA, contribui para o desenvolvimento da AC? Desse modo, esta pesquisa tem o olhar voltado para a produção dos alunos a partir da materialização do processo de modelagem na sala de aula e para a prática da professora pesquisadora. Os sujeitos da pesquisa são 12 alunos do nível médio de ensino (1º ano) de uma escola da rede estadual localizada em um município da região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. A constituição dos dados se deu mediante o desenvolvimento de uma prática de MCM planejada com a colaboração de professores de Biologia e Química, os quais atuam na mesma turma, a qual a professora pesquisadora é regente na disciplina de Matemática. O *corpus* de análise consiste do registro escrito dos alunos, do diário de aula da professora pesquisadora e das professoras colaboradoras e da gravação de uma aula, a qual foi transcrita. A análise seguiu os procedimentos da Análise de Conteúdo, a partir da qual reconhecemos três categorias emergentes, as quais estão textualizadas em seis episódios que denotam indicadores de AC, sendo os mais frequentes a organização e a classificação de informações, seguido do raciocínio lógico, da justificativa e da explicação.

Palavras-chave: práticas pedagógicas; reflexão; ensino de Ciências; ensino de Matemática; indicadores de alfabetização científica; investigação-formação-ação.

ABSTRACT

This article deals with Modelling in Science and Mathematics (MCM) and Scientific Literacy (SL) and aims to present results of qualitative research, whose guiding question is to answer: How does the development of a pedagogical practice of MCM, developed from the perspective of IFA contribute to the development of SL? Thus, this research looks at the production of students from the materialization of the modelling process in the classroom and the practice of the researcher teacher. The subjects of the research are 12 students of the middle level of education (1st year) of a state school located in a municipality of the Northwest region of the State of Rio Grande do Sul. The constitution of the data took place through the development of a CMM practice planned with the collaboration of teachers of Biology and Chemistry, who work in the same class, which the researcher teacher is regent in the discipline of Mathematics. The corpus of analysis consists of the written record of the students, the class diary of the researcher and the collaborating teachers and the recording of a class, which was transcribed. The analysis followed the procedures of Content Analysis, from which we recognized three emerging categories, which are textualized in six episodes that denote CA indicators, the most frequent being the organization and classification of information, followed by logical reasoning, justification and explanation.

Keywords: pedagogical practices; reflection; Science teaching; Mathematics teaching; scientific literacy indicators; research-formation-action.

1 INTRODUÇÃO

Os processos de ensino e de aprendizagem se materializam na sala de aula, a partir das interações estabelecidas entre alunos e professores. Nesse cenário, o papel do professor consiste em conduzir e orientar os alunos para que eles compreendam os conceitos que estão sendo estudados. Nesse sentido, acreditamos no potencial do desenvolvimento de práticas pedagógicas de MCM como um meio de tratar problemas do contexto dos alunos e significar os conceitos abordados na escola.

Ao pensar na escola e na sua função, há que se destacar o compromisso com a formação e o desenvolvimento humano em todas as suas dimensões e considerar, de acordo com Maldaner (2014), o fato de que a aprendizagem científico-escolar tem chance de acontecer se os conhecimentos históricos de uma ciência, fazem sentido para o aluno e para o professor.

Nesse sentido, ao planejar sua prática pedagógica, o professor deve considerar o contexto e as características dos seus alunos e a realidade local na perspectiva de que eles possam compreender essa realidade à luz dos conhecimentos científicos e transformá-la. Para tal, os fundamentos da MCM podem orientar o desenvolvimento da prática do professor e constituírem-se em aliados para contextualizar os conteúdos curriculares e abordar situações problemáticas do contexto dos alunos, permitindo a formulação de problemas, a negociação e a defesa de ideias e de pontos de vista, e a tomada de decisões conscientes. Para Schultz e Bonotto (2021), as práticas de MCM favorecem o desenvolvimento da AC, pois apresentam elementos que envolvem os alunos em problemas do seu contexto social, estimulando o interesse, a curiosidade científica de modo interdisciplinar, para compreender e interpretar o seu cotidiano e tomar decisões responsáveis.

Diante do exposto, propomos o desenvolvimento desta pesquisa, que consiste num convite para repensar a prática pedagógica a partir da inserção dos fundamentos da MCM na sala de aula. Posto isso, investimos na proposição da Investigação-Formação-Ação como um modelo de autoformação do professor ao compreendê-lo como pesquisador de sua prática e produtor de conhecimentos e, o faz, visando ressignificar o trabalho educativo por meio da reflexão crítica.

O desenvolvimento de práticas pedagógicas pautadas na MCM favorece contextos interdisciplinares e disso depreende que a colaboração de professores de outras áreas do conhecimento, de modo especial nesta pesquisa, da área Ciências da Natureza, amplia a compreensão dos temas que são estudados.

Desse modo, o objetivo desta pesquisa consiste em compreender como o desenvolvimento de uma prática pedagógica de MCM, desenvolvida na perspectiva da IFA, contribui para o desenvolvimento da AC. Para tal, organizamos este texto, apresentando os fundamentos da MCM, a partir de Biembengut (2016) e, também, os elementos do desenvolvimento da AC, a partir de Sasseron e Carvalho (2008).

1.1 MODELAGEM NAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA E O DESENVOLVIMENTO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Ao pensar em atividades de natureza investigativa, uma abordagem de ensino que tem se mostrado promissora é a MCM, visto que seus pressupostos abarcam aspectos relacionados à investigação, experimentação, obtenção de dados, formulação de hipóteses, validação de resultados e comunicação.

De acordo com Biembengut (2016), o processo de elaboração de modelos – modelagem, ao ser adaptado para o Ensino de Ciências e Matemática é compreendido como um método de ensino com pesquisa, ao que a autora denomina de Modelagem na Educação ou Modelação. O processo de modelagem está relacionado com a produção do conhecimento científico e, assim, pode propiciar um ensino com pesquisa, de modo a formar alunos mais aptos a buscarem e a sistematizarem o conhecimento e, então, cientificamente mais alfabetizados. Corroboram com o exposto Justi e Erduran (2015), ao considerarem o processo de modelagem como uma prática epistêmica da Ciência que inclui não apenas a produção, mas também a validação e a utilização de modelos.

Para Justi e Erduran (2015), os modelos se constituem em produtos da Ciência e favorecem a visualização de entidades abstratas, fundamentam a proposição de explicações, inferências, previsões e simulações, e dão suporte para elaboração e/ou ampliação de teorias. Já para Biembengut e Hein (2000, p. 12), um modelo matemático é “um conjunto de símbolos e relações Matemáticas que procura traduzir, de alguma forma, um fenômeno em questão”.

Reconhecemos, a partir da reflexão sobre a prática, que quando o aluno necessita utilizar os conhecimentos matemáticos em outras áreas, nem sempre consegue estabelecer relações entre eles. Por exemplo, quando o professor de Química apresenta situações-problema que exigem conhecimentos matemáticos, muitas vezes o aluno não consegue lembrar ou estabelecer relações com o que é estudado em Matemática. Uma possível explicação para isso é o fato de o ensino ser fragmentado e desconectado da realidade dos alunos, que acaba desmotivando-os.

Nesse sentido, acreditamos que o professor, ao inserir a MCM na sala de aula, favorece o estabelecimento de relações entre as diferentes áreas do conhecimento de forma interdisciplinar e contextualizada. Ao considerar o contexto no qual o aluno está inserido é possível ajudá-lo a compreender a sua realidade e agir sobre ela. Nesse sentido, Bassanezi (2010, p. 31) afirma que a modelagem permite: “[...] participar do mundo real com capacidade de influenciar em suas mudanças”.

Os procedimentos da MCM, segundo Biembengut (2016), estão agrupados em três fases, não disjuntas, denominadas de: 1) percepção e apreensão; 2) compreensão e explicitação; 3) significação e expressão.

A primeira fase, denominada *percepção e apreensão*, inicia o procedimento com a escolha do tema e a familiarização com o assunto. Nessa etapa, é delineada a situação que se pretende investigar. Para tal buscam-se informações de modo direto (por meio de atividades experimentais) ou de modo indireto (livros, revistas especializadas, artigos científicos, pesquisas desenvolvidas na área). Na medida em que acontece a familiarização com o tema escolhido, surgem as situações-problemas.

A segunda fase, denominada de *compreensão e explicitação*, envolve a formulação do problema, a formulação do modelo e a explicitação da resolução do problema a partir do modelo. É nesta etapa que são exigidos os conhecimentos não apenas de Matemática e Ciências, mas também os conhecimentos relacionados à situação-problema investigada. Para tal, é necessário saber classificar as informações relevantes, selecionar as variáveis e os símbolos que serão utilizados e descrever as relações percebidas por meio de um modelo. Uma vez encontrado o modelo, resolve-se a situação-problema a partir dele.

Por fim, a terceira fase, *significação e expressão*, ocupa-se de interpretar e avaliar os resultados, verificando sua validade. Destacamos que o modelo pode ser expresso de diferentes formas por meio de maquetes, desenhos, textos, relação funcional, gráficos, mapas conceituais, dentre outras representações. Em seguida, expressa-se todo o processo a outros (estudantes, professores, comunidade), utilizando as diferentes formas de representação.

A partir da apresentação das etapas da Modelagem podemos reconhecer que, ao inserir a MCM na sala de aula, a prática docente está pautada na pesquisa, onde oportuniza a cada aluno: entender uma situação e seu respectivo contexto; conhecer as linguagens envolvidas, incluídas as da Matemática e/ou das Ciências, que lhes permita descrever, representar, resolver a situação; e interpretar/validar o resultado dentro desse contexto-aprender a arte de modelar, a pesquisar. Permite ainda propiciar ao aluno o gosto e o interesse

por alguma área do conhecimento, ao perceber que esses conteúdos então apreendidos lhes valem como fundamentos importantes.

Diante do exposto, reconhecemos que práticas de MCM podem contribuir com o desenvolvimento da AC, pois os alunos desenvolvem habilidades para solucionar problemas em diferentes áreas do conhecimento, utilizando a linguagem das Ciências e da Matemática para compreender a realidade e, quiçá, transformá-la. Para Chassot (2003), ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza, ou seja, os alfabetizados cientificamente não apenas possuem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendem as necessidades de transformá-lo e, preferencialmente, transformá-lo em algo melhor. Assim, de acordo com Chassot (2003, p. 91), “a alfabetização científica pode ser considerada como uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida”.

Nesse sentido, Sasseron e Carvalho (2011) assinalam que o desenvolvimento da AC permite aos alunos interagir com uma nova cultura, uma nova de forma de ver o mundo e seus acontecimentos, de maneira mais consciente e crítica. Essas autoras apresentam três eixos estruturantes da AC, os quais devem ser contemplados no planejamento de práticas pedagógicas que almejam seu desenvolvimento:

O primeiro dos eixos estruturantes refere-se à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais e a importância deles reside na necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia a dia. O segundo eixo preocupa-se com a compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática, pois, em nosso cotidiano, sempre nos defrontamos com informações e conjunto de novas circunstâncias que nos exigem reflexões e análises considerando-se o contexto antes de proceder [...]. O terceiro eixo estruturante da AC compreende o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente e perpassa pelo reconhecimento de que quase todo fato da vida de alguém tem sido influenciado, de alguma maneira, pelas ciências e tecnologias (Sasseron; Carvalho, 2008, p. 335).

Destacamos que, nesta pesquisa, a prática de MCM foi planejada, considerando de forma mais específica, o primeiro eixo estruturante, ou seja, diante de uma situação-problema apresentada aos alunos, por meio das interações discursivas que acontecem na sala de aula, o professor reconhece as opiniões dos alunos, as suas ideias, as hipóteses e as evidências de modo a justificarem suas ações e explicitarem os resultados alcançados. Tais elementos permitem o desenvolvimento da capacidade argumentativa, de acordo com Sasseron e Carvalho (2008), pois possibilitam encontrar evidências de como os alunos se posicionam diante de uma dada situação. De acordo com Justi e Erduran (2015, p. 35), a argumentação é

“um processo social de justificativa de conclusões, que se dá a partir da coordenação de dados e teorias científicas”.

Para reconhecer evidências do desenvolvimento da AC na sala de aula, Sasseron e Carvalho (2008) assinalam indicadores os quais o professor deve atentar quando tem a intenção de alfabetizar cientificamente os alunos. Esses indicadores estão organizados em três grupos, os quais são apresentados no Quadro 10:

Quadro 10 – Indicadores do desenvolvimento da AC

Indicadores	Explicação	
Seriação de informações	É um indicador que não necessariamente prevê uma ordem a ser estabelecida, mas pode ser um rol de dados, uma lista de dados trabalhados	Tratamento de dados. Permitem conhecer as variáveis envolvidas no fenômeno estudado e tentar buscar relações entre elas
Organização de informações	Ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado. Este indicador pode ser vislumbrado quando se busca mostrar um arranjo para informações novas ou já elencadas anteriormente	
Classificação de informações	Constitui-se em um momento de ordenação dos elementos com os quais se está trabalhando, procurando uma relação entre eles	
Raciocínio lógico	Compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas e está diretamente relacionado à forma como o pensamento é exposto	Englobam dimensões relacionadas à estruturação e à organização do pensamento, permitindo a construção de uma ideia lógica e objetiva para as relações que regulam o comportamento dos fenômenos estudados
Raciocínio proporcional	Mostra como se estrutura o pensamento e refere-se também à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas	
Levantamento de hipótese	São suposições acerca de certo tema	Estão ligados à procura do entendimento da situação analisada
Teste de hipótese	Se coloca à prova as suposições anteriormente levantadas	
Justificativa	Surge quando em uma afirmação qualquer proferida lança mão de uma garantia para o que é proposto	
Previsão	Quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos	
Explicação	Surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas	

Fonte: Organizado pela autora a partir de Sasseron e Carvalho (2008, p. 338-339).

Os indicadores aqui apresentados podem se manifestar conjuntamente no discurso em sala de aula, de modo específico, durante a realização de uma prática de MCM, a qual tem o caráter investigativo, ou seja, ao perpassar pelas etapas do processo de MCM, os alunos

desempenham o papel de pesquisadores. Ainda, quando os alunos tentam explicar ou justificar uma ideia, tais indicadores podem dar suporte ao que está sendo explanado.

Ainda, a inserção de práticas de MCM na sala de aula, favorece o desenvolvimento da autonomia dos alunos, além do desenvolvimento de posicionamentos mais críticos frente à realidade em que estão inseridos. Nesse sentido, compreendemos que a escola necessita ser um espaço de inclusão e promoção do desenvolvimento de pessoas e da sociedade, e esse aspecto deve ser constituinte de sua ação formadora, na qual o professor tem papel muito importante.

A partir do exposto, a prática pedagógica de MCM demanda do professor saber fazer, saber expor de forma consciente os seus caminhos percorridos e decisões adotadas durante o processo, na busca de melhorar sua prática em sala de aula. Pois, o agir modelagem entende o trabalho do professor “desde sua vivência ao longo da formação (continuada) até a implementação (ou não) na sala de aula, incluindo também o planejamento para a implementação, bem como, as reflexões que decorrem de todo o processo” (Bonotto, 2017, p. 88).

Por vez, a IFA “se coloca como um programa de intervenção ativa, conduzido por indivíduos comprometidos não só em entenderem o mundo como em modificá-lo, pela via da reflexão prática e crítica” (Güllich, 2012, p. 220). A partir desta perspectiva, a IFA torna-se um modelo de formação onde os sujeitos são considerados pesquisadores de sua própria prática. Por isso, a investigação da ação é adotada como “um mecanismo de formação dos professores pautado em processos reflexivos” (Güllich, 2012, p. 219). Ou seja, a IFA contribui para a melhoria da prática, a reflexão a partir de sua própria prática pedagógica, e consequentemente favorecendo o desenvolvimento da AC dos alunos em sala de aula.

Desse modo, procuramos nesta pesquisa compreender como uma prática de MCM, planejada na perspectiva da IFA, com a colaboração de professores de Química e Biologia, favorece o desenvolvimento da AC dos alunos. Para tal, nos apoiamos nos indicadores apresentados por Sasseron e Carvalho (2008).

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Considerando o objetivo desta pesquisa, caracterizamos a mesma como sendo de natureza qualitativa de acordo com Bogdan e Biklen (1994), ou seja, se preocupa com a compreensão detalhada dos significados e das características de situações apresentadas pelo pesquisador, o qual é o principal responsável por constituir os dados. Para Bogdan e Biklen

(1994, p. 47), “na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal”.

Os sujeitos da pesquisa são 12 alunos do 1º ano do nível médio de ensino de uma Escola, localizada no município de São Martinho/RS. Os alunos são nominados por A1, A2, ..., A12, a fim de preservar suas identidades. A escolha da turma e da escola estão relacionadas ao ambiente de trabalho da pesquisadora, a qual é designada por P no decorrer deste texto. A constituição dos dados se deu mediante o desenvolvimento de uma prática pedagógica, desenvolvida pelo viés da IFA e fundamentada nos pressupostos da MCM.

De acordo com Alarcão (2011, p. 53), “por processos de observação e reflexão, a experiência é analisada e conceptualizada. Os conceitos que resultam deste processo de transformação servem, por sua vez, de guias para novas aprendizagens”. Desse modo, a IFA abrange a constituição do professor pesquisador e a compreensão “de que a investigação da ação é um mecanismo de formação dos professores pautado em processos reflexivos” (Güllich, 2012, p. 219).

Desse modo, a espiral autorreflexiva tem início a partir de um *problema* advindo do contexto de trabalho da pesquisadora, o qual consiste em encontrar estratégias metodológicas para o desenvolvimento dos conteúdos programáticos que considere o contexto dos alunos de modo a favorecer aprendizagens com compreensão. Esse movimento de problematização traz consigo a *observação* e a *reflexão* da professora pesquisadora acerca da sua prática pedagógica e possibilita adentrar um outro ciclo da espiral autorreflexiva que consiste no *planejamento* da ação. Assim, “compreendido o problema, urge planificar a solução de ataque e pô-la em execução, para em seguida, se observar o que resulta da experiência” (Alarcão, 2011, p. 53).

O *planejamento* foi realizado de modo interdisciplinar em hora atividade na escola com a professora pesquisadora em colaboração das professoras de Biologia e Química, de modo a valorizar o diálogo, os conhecimentos iniciais dos alunos e o contexto no qual eles estão inseridos, a fim de que possam utilizar os conhecimentos científicos para compreender informações e situações do dia a dia, de acordo com o primeiro eixo estruturante da AC. O tema da prática de MCM está vinculado ao custo de produção de chocolates e a discussão dos benefícios e dos malefícios para saúde humana.

A opção pela escolha do tema se deu considerando que os alunos da faixa etária do 1º ano do Ensino Médio, dificilmente não gostam de chocolate. Desse modo, o tema pode despertar o interesse dos alunos. Durante o planejamento decidimos que os alunos seriam organizados em grupos para o desenvolvimento da atividade e que eles continuariam os

mesmos durante toda a atividade. Optamos pelo trabalho em grupo, visto que favorece a troca de conhecimento entre os alunos, eles podem exercitar a capacidade de negociação, de tomada de decisões e desenvolver a capacidade argumentativa.

Cada grupo ficou responsável por uma temática: Grupo 1 (valores nutricionais do chocolate), composto pelos alunos A2, A11, A7 e A10; Grupo 2 (benefícios e malefícios para o homem), composto pelos alunos A9, A6, A3 e A5; e Grupo 3 (estudo do cacau), composto pelos alunos A1, A8, A12 e A4.

Uma vez realizado o planejamento, adentramos em um novo ciclo da espiral autorreflexiva, o qual consiste na *ação*. Neste caso, a *ação* envolve a materialização do processo de MCM na sala de aula. O Quadro 11 denota a síntese do planejamento e do desenvolvimento da prática de MCM com os alunos:

Quadro 11 – A ação da espiral autorreflexiva

Etapas da MCM	Tema: Chocolate Problema: Como se estabelece a relação custo x benefício referente ao consumo do chocolate?		
	Matemática	Biologia	Química
Percepção e apreensão	Reconhecimento das compreensões iniciais dos alunos sobre a origem do chocolate Leitura e interpretação do texto Vídeo sobre “como é a produção de chocolates artesanais”. Diálogo e reflexão escrita Problema: Qual o custo de produção de uma unidade de chocolate, considerando diferentes formatos?	Buscar informações sobre os tipos de chocolates, valores nutricionais, benefícios e problemas: Quais os benefícios e malefícios do consumo de chocolate para o organismo humano?	Texto informativo e reflexivo sobre a composição química do chocolate Problema: Qual é ação e o efeito das substâncias químicas do chocolate no organismo humano?
Compreensão e explicitação	Estudo do custo dos produtos para a fabricação do chocolate	Estudo do cacau: nome científico, tipo de fruto, flor, característica da planta, informações gerais da planta, reprodução, tipo de célula	Ação e efeito das substâncias químicas; estudo dos tipos de chocolate e suas interpretações químicas; representação e interpretações das substâncias químicas
	Fabricação do chocolate e da embalagem	Fabricação do chocolate e da embalagem	Fabricação do chocolate e da embalagem
Significação e expressão	Representação do custo de fabricação das unidades de chocolate	Organização para a socialização: valor nutricional, estudo do cacau, benefícios e malefícios	Organização para a socialização
	Seminário de socialização; representação dos alunos sobre a atividade desenvolvida	Seminário de socialização	Seminário de socialização

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

O *corpus* de análise desta pesquisa é constituído pelos registros escritos dos alunos, pelo material gravado da aula que foi desenvolvida com a colaboração das professoras de Biologia e Química e, também, pelo diário de aula da professora pesquisadora. Cabe destacar

que a produção de diários é assinalada por Alarcão (2011) como uma estratégia do desenvolvimento da capacidade de reflexão do professor, reflexão que se desenvolve durante a constituição de toda a espiral autorreflexiva.

A análise dos dados segue os procedimentos da Análise de Conteúdo de Bardin (2016). Essa abordagem metodológica propõe três etapas, sendo elas:

- a) a pré-análise, a qual consiste em leituras, formulação das hipóteses e dos objetivos, constituição do *corpus* da pesquisa e da preparação do material; nessa etapa digitalizamos: o diário da professora pesquisadora referente a cada um dos encontros; o material produzido pelos alunos de modo individual e em grupo e gravamos a aula desenvolvida em parceria com a professora de Química e Biologia;
- b) a exploração do material, na qual é realizada a identificação do *corpus*, também chamada de codificação; nessa etapa também são escolhidas as unidades de registro e de contexto, visando a categorização; para tal, recorreremos à construção de episódios constituídos no nível semântico, a partir dos indicadores do desenvolvimento da AC apresentados anteriormente; utilizamos o seguinte código para apresentar as unidades de registro:
 - DP-E1: diário da professora pesquisadora referente ao Encontro 1 e, assim, para os demais encontros;
 - DP-E1 (A1): fala do aluno 1 registrada no diário da professora pesquisadora referente ao Encontro 1 e, assim, para os demais alunos;
 - DPQ: diário da professora de Química;
 - DPB: diário da professora de Biologia;
 - RI-E6 (A4): registro individual escrito pelo aluno A4 no Encontro 6 e, assim, para os demais alunos e encontros;
 - RG1-E8: registro do Grupo 1, referente ao Encontro 8 e, assim, para os demais grupos e encontros;
- c) o tratamento dos resultados obtidos e a interpretação, no qual é realizada a seleção e a descrição dos resultados; nessa etapa confrontamos os episódios selecionados e realizamos a interpretação à luz dos indicadores da AC e do referencial teórico utilizado.

A partir da análise realizada emergiram três categorias. O Quadro 12 apresenta as categorias e os episódios que constituem cada uma:

Quadro 12 – As categorias e os episódios

Categorias iniciais	Categorias emergentes	Episódios	Etapa da MCM
Leitura e interpretação do texto	Leitura e interpretação de informações	E1 e E2	Percepção e apreensão
Vídeo			
Divisão do chocolate	Produção do chocolate e das embalagens	E3, E4 e E5	Compreensão e explicitação
Produção do chocolate			
Produção das embalagens			
Custo de produção	Modelo matemático e sistematização	E6	Significação e expressão

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Toda pesquisa foi realizada de modo a atender os princípios éticos da pesquisa com seres humanos, mantendo sigilo e anonimato. Como os alunos participantes são menores de idade solicitamos a autorização dos pais para participação da pesquisa por meio do Termo de Assentimento dos alunos e do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos responsáveis pelos alunos. Ainda, solicitamos a Declaração de Ciência e Concordância da Secretaria Municipal de Educação a qual a escola está inserida. O projeto desta pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) nº 63234522.2.0000.5564.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Análise de Conteúdo desenvolvida permitiu a emergência de três categorias: 1) leitura e interpretação de informações; 2) produção do chocolate e das embalagens; 3) modelo matemático e sistematização. Estas categorias perpassam pelas etapas do processo de MCM e contemplam indicadores da AC conforme textualizamos a seguir. Os indicadores são apresentados em seis episódios, denotados por E1, E2, ..., E6.

3.1 LEITURA E INTERPRETAÇÃO DE INFORMAÇÕES

A primeira categoria denominada *leitura e interpretação de informações* é constituída por dois episódios E1 e E2, os quais fazem parte da primeira etapa do processo de MCM, denominada de percepção e de apreensão, a qual envolve a apresentação do tema de estudo aos alunos e a situação-problema a ser resolvida. Nessa etapa é importante considerar as compreensões iniciais dos alunos sobre o tema e o professor tem o papel de intermediador nas interações discursivas que se constituem. Desse modo, para favorecer a interação com o tema e despertar o interesse dos alunos, inicialmente, no Episódio 1, a pesquisadora apresenta

um texto⁴ aos alunos que trata do consumo do chocolate pelos brasileiros. Durante a leitura do texto, a professora pesquisadora realiza questionamentos de modo que os alunos compreendam as informações textualizadas e relacionem com os conhecimentos que eles possuem. Os questionamentos realizados centram-se no consumo de chocolate pelos alunos e pelos brasileiros de modo geral; o que eles sabem sobre o chocolate; sua origem e os tipos. O Episódio 1, apresentado no Quadro 13, denota o reconhecimento dos indicadores da AC, na primeira etapa do processo de MCM:

Quadro 13 – Episódio 1 e os indicadores da AC na primeira etapa da MCM – leitura e interpretação de informações – texto

Código	Unidade de registro	Indicadores
DP-E1	Questionamentos desenvolvidos na primeira etapa do processo de MCM: - Vocês já pararam para pensar como o brasileiro come chocolate? - De onde vem o chocolate? - Onde podemos encontrar o chocolate? - Qual a quantidade de chocolate consumida por uma pessoa? - Será que as pessoas têm em sua lista de compras chocolate? - Qual a quantidade de chocolate consumida pelas pessoas diariamente, semanalmente e anualmente?	
DP-E1	Então, a partir do gráfico perceberam que a maioria das pessoas não come chocolate todos os dias, perceberam também, que mais da metade das pessoas comem chocolate como sobremesa; que o chocolate ao leite é o “queridinho”, o mais consumido e o menos consumido é o amargo. Nesse momento questionei: Por que será?	Organização de informações; classificação de informações; explicação
DP-E1 (A3)	Porque o chocolate ao leite é o mais doce	Levantamento de hipótese; explicação
DP-E1 (A7)	Porque o amargo possui mais cacau, é mais caro e, também, não é bom	Organização de informações; classificação de informações; explicação

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

O texto apresentado pela professora continha várias figuras, as quais apresentavam dados referentes ao percentual de consumo diário, mensal, semanal ou esporádico; em que situações o chocolate é consumido e qual o tipo mais consumido, bem como, a marca mais consumida de chocolate pelos brasileiros. Desse modo, foi necessário que os alunos organizassem as informações contidas no texto e confrontassem as informações. Além disso, as figuras contidas no texto discutido com os alunos, apresentavam *as informações já organizadas*. Entretanto, os alunos precisavam ler e interpretar os dados apresentados e

⁴Disponível em: <https://blog.betway.com/pt/cassino/dia-do-chocolate-como-o-brasileiro-consome-chocolate/>. Acesso em: 02 set. 2022.

classificar as informações, procurando estabelecer relações entre elas, ou seja, uma *explicação*.

Na passagem apresentada em DP-E1 (A3), “*Porque o chocolate ao leite é o mais doce*”, destacamos que as informações nutricionais do chocolate não estavam apresentadas no texto. Assim, o argumento produzido pelo aluno apresenta uma explicação baseada numa hipótese que advém de suas compreensões iniciais e está alicerçada numa relação causa-efeito, ou seja, o chocolate ao leite é o mais consumido porque é o mais doce. Entretanto, esse argumento não possui validade no contexto apresentado. Desse modo, foi possível discutir com os alunos que as explicações devem estar pautadas nos dados apresentados e que as hipóteses que se evidenciam devem ser testadas e validadas por meio de estudos científicos.

Já a passagem apresentada em DP-E1 (A7), “*Porque o amargo possui mais cacau, é mais caro e, também, não é bom*”, denota uma explicação apoiada em dados apresentados no texto. Desse modo, A7 *organiza e classifica* as informações, relacionando-as para produzir uma *explicação*, “*porque o amargo possui mais cacau, é mais caro*”. Entretanto, o excerto “*e também não é bom*”, denota um ponto de vista pessoal, subjetivo do aluno A7, o seu gosto pelo chocolate.

Destacamos que as passagens apresentadas denotam a utilização de indicadores que se referem à *organização* e à *classificação* de informações para produzir uma *explicação* e também para discutir o movimento de *elaboração de hipóteses* e a necessidade de testá-las ou refutá-las para produzir um argumento válido. De acordo com Sasseron e Carvalho (2008), essas explicações ainda estão em fase de construção e poderão se tornarem mais autênticas ao longo das discussões.

O Episódio 2 ainda é referente à primeira etapa da MCM e retrata as discussões estabelecidas em sala de aula a respeito do vídeo⁵, o qual trata da produção de chocolates artesanais. A partir do vídeo esperávamos que os alunos estabelecessem relações e explicações sobre a produção artesanal de chocolates e os seus benefícios e, também, as diferenças em relação a produção industrial. Para tanto, após os alunos assistirem ao vídeo foi solicitado a organização de um registro individual apresentando a compreensão deles sobre a produção do chocolate. No Quadro 14 apresentamos os indicadores da AC reconhecidos:

⁵Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KEvn4wp2fMU>. Acesso em: 07 set. 2022.

Quadro 14 – Episódio 2 e os indicadores da AC na primeira etapa da MCM – leitura e interpretação de informações – vídeo

Código	Unidade de registro	Indicadores
RI-E6 (A6)	Vários produtores de chocolate têm feito uma nova técnica de produção de chocolate, onde produzem chocolate a partir da amêndoa do cacau até a finalização da barra em um único processo produtivo para deixar o chocolate cada vez mais orgânico, natural e saudável	Organização de informações; classificação de informações; raciocínio lógico; explicação; previsão
RI-E6 (A11)	O vídeo trata sobre a produção de chocolates e de como os fabricantes vem se reinventando. Trata do processo realizado com o cacau para transformá-lo num grão que será transformado em chocolate. [...] chocolate artesanal é muito mais saudável do que os chocolates industriais, pois não é adicionado nenhum produto não orgânico	Organização de informações; classificação de informações; raciocínio lógico; explicação
RI-E6 (A1)	O chocolate artesanal também tem menos processos químicos envolvidos na fabricação, o que significa que ele é menos prejudicial à saúde	Organização de informações; classificação de informações; raciocínio lógico; explicação

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

As passagens apresentadas referem-se à *organização* e à *classificação* das informações contidas no vídeo para produzir uma *explicação* sobre o processo produtivo do chocolate artesanal. As passagens denotam ideias que se desenvolvem relacionadas ao que está exposto no vídeo, favorecendo o desenvolvimento do *raciocínio lógico*, o qual de acordo com Sasseron e Carvalho (2008, p. 338), “compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas e está diretamente relacionado à forma como o pensamento é exposto”.

Destacamos o indicador *previsão* identificado na passagem apresentada em RI-E6 (A6): “*Vários produtores de chocolate têm feito uma nova técnica de chocolate, onde produzem chocolate a partir da amêndoa do cacau até a finalização da barra em um único processo produtivo para deixar o chocolate cada vez mais orgânico, natural e saudável*”, a qual denota o processo de *organização* e de *classificação de informações* a partir do vídeo e a construção de uma explicação acerca do processo produtivo do chocolate, seguida de uma *previsão* “*para deixar o chocolate cada vez mais orgânico, natural e saudável*”, explicitada a partir de uma associação de acontecimentos.

3.2 PRODUÇÃO DE CHOCOLATE E DAS EMBALAGENS

A segunda categoria, denominada de *produção de chocolate e das embalagens*, é constituída pelos Episódios 3, 4 e 5, os quais se referem à segunda etapa do processo de MCM, denominada por Biembengut (2016), de compreensão e de explicitação e é nela que se

desenvolvem os conteúdos, acontece a formulação do modelo e a resolução da situação-problema proposta. Essa etapa foi desenvolvida na cantina da escola e acompanhada pela professora pesquisadora e pela professora de Química. A professora pesquisadora levou os produtos necessários para a produção de chocolate e os respectivos valores. Desse modo, iniciamos as atividades conversando com os grupos sobre a produção de chocolates e a confecção das embalagens, explicando e indagando sobre o que é e como podemos calcular o preço de custo da produção de chocolates. Na sequência, orientamos que os alunos pensassem sobre o que iriam produzir e descrevessem o que seria necessário.

Cabe destacar que após esse diálogo inicial, informamos aos alunos que havíamos comprado o chocolate e os ingredientes necessários, as forminhas, o papel alumínio e os flocos para misturar ao chocolate para ficar mais crocante. Então solicitamos que cada grupo deveria escolher um modelo de forminha e ir pensando no tipo de embalagem que poderiam fazer para o modelo escolhido. Os grupos escolheram os modelos conforme três tipos de forminhas: chocolates de 90g (Grupo 1 – valores nutricionais: A1, A8, A12 e A4); 50g (Grupo 2 – benefícios e malefícios para o ser humano: A9, A6, A3 e A5); 13g (Grupo 3 – estudo do cacauero: A2, A11, A7 e A10).

Destacamos nessa etapa, o movimento de negociação entre os alunos, referente à divisão da quantidade de chocolate que cada grupo iria ficar. A negociação envolveu a noção de proporcionalidade, números racionais na representação decimal infinita, ou seja, como realizar a divisão do chocolate, se o resultado da quantidade dividida entre os três grupos é uma dízima periódica? O Quadro 15 denota esse movimento:

Quadro 15 – Episódio 3 e os indicadores da AC na segunda etapa da MCM – produção de chocolate e das embalagens – divisão da quantidade de chocolate

Código	Unidade de registro	Indicadores
DP-E7	Como iremos dividir a quantidade de chocolate entre os grupos?	
DP-E7 (A8)	A divisão deve ser realizada de acordo com cada modelo de forminha	Organização de informações; classificação de informações; raciocínio lógico; raciocínio proporcional; explicação
DP-E7 (A7)	Não concordou. Respondeu: [...] cada modelo de forminha é diferente entre os três grupos, e então não seria justo, que alguns ficassem com mais e outros com menos	Organização de informações; classificação de informações; raciocínio lógico; raciocínio proporcional; explicação
DP-E7	O que devemos fazer então? Solicitei que cada grupo pensasse em alguma forma para realizar a divisão dos chocolates, sendo que a quantidade de chocolate do pacote é de 2 kg. (Foi dado um tempo aos alunos para a negociação)	

Código	Unidade de registro	Indicadores
DP-E7 (A7)	Sugerimos que o chocolate seja dividido em três partes igualmente e o pacote de flocos também. Então cada grupo ficará com 666,6...g de chocolate.	Organização de informações; classificação de informações; raciocínio lógico; raciocínio proporcional; explicação.
DP-E7	Como faremos com esse número que não é exato?	
DP-E7 (A7)	Vamos arredondar.	Organização de informações; classificação de informações; raciocínio lógico.
DP-E7 (A9)	Mas, quem vai ficar com menos? Nosso grupo que não!	Organização de informações; classificação de informações; raciocínio lógico; raciocínio proporcional.
DP-E7	Então, deixei que discutissem sobre e concluíram em deixar cada grupo com 666g. Indaguei o que faremos com a sobra?	
DP-E7 (A1)	Vamos colocar como perdas.	Organização de informações; classificação de informações; raciocínio lógico.
DP-E7	Então, juntos concluímos que seria a melhor solução colocar como perdas esta sobra.	

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

As discussões estabelecidas neste episódio retratam a resolução de um problema centrado na quantidade de chocolate que cada grupo ficaria. Destacamos o papel intermediador da professora pesquisadora durante a resolução do problema, visto que os questionamentos realizados conduziram os alunos a uma solução justa para o problema apresentado. Os alunos *organizaram as informações* e produziram uma *explicação*, fazendo uso do *raciocínio lógico* e fundamentada no conceito de *proporcionalidade*. A partir disso tomaram uma decisão de modo que nenhum grupo fosse prejudicado. O episódio apresentado elucidou como os alunos agem e reagem quando se deparam com algum problema durante as discussões, marcando neste caso, o desenvolvimento da capacidade de argumentação ancorada no argumento sobre a divisão do chocolate, baseado no princípio de proporcionalidade, o qual estruturou a ideia para chegar em uma conclusão.

O Episódio 4 aconteceu ainda na aula prática da produção de chocolates com a colaboração da professora de Química. Iniciamos a aula explicando sobre como aconteceria o processo de produção de chocolate. A professora de Química explicou sobre como o chocolate é transformado mediante o processo de mudança de temperatura. Logo depois de explicar sobre o processo que o chocolate passaria, explicamos, que o chocolate que seria usado é o meio amargo, que pode ser comprado em barra ou fracionado, ou seja, em gotas. Explicamos que primeiramente o chocolate seria derretido no micro-ondas, depois iríamos misturar os flocos e colocar nas forminhas, na sequência levaríamos para resfriar na geladeira ou no freezer. Esse processo de produção foi muito divertido, os alunos se envolveram,

trabalharam em grupos (G1, G2 e G3), tomaram decisões coletivas, respeitando a opinião do colega. Destacamos que em cada grupo havia um aluno responsável pelo registro de um relatório, no qual deveria estar descrito todo o processo realizado.

Após o desenvolvimento da prática refletimos que poderíamos ter deixado esta parte da atividade mais aberta para os alunos. Em detrimento das explicações apresentadas, poderíamos ter deixado eles realizarem a busca e a organização de informações. Por outro lado, o tempo demandado para o desenvolvimento da atividade se tornaria mais longo, denotando um desafio a ser transposto para a inserção do processo de MCM na sala de aula. A Figura 2 apresenta os alunos envolvidos no processo de MCM:

Figura 2 – Registro fotográfico dos alunos confeccionando o chocolate



Fonte: Arquivo da autora (2022).

O Quadro 16 denota parte das interações discursivas referentes ao processo de produção de chocolates e os indicadores da AC:

Quadro 16 – Episódio 4 e os indicadores da AC na segunda etapa da MCM – produção de chocolates

Código	Unidade de registro	Indicadores
DP-E8	O chocolate vai ser transformado, ele vai ter que ser aquecido, no momento que vocês provaram o chocolate, ele não está bem duro, já está mais mole devido a temperatura	
DP-E8 (A2)	Hoje é um dia que está mais quente. Então, isso vai ter influência no derretimento mais rápido do chocolate	Justificativa; previsão
DP-E8 (A6)	Ele vai ficar menos tempo do que em um dia mais frio	Justificativa
DP-E8 (Q)	Esse processo basicamente é uma dissolução, vocês vão dissolver um sólido. Ele tá no estado sólido; no caso é: chocolate no estado sólido, é aquecido, se transforma em chocolate líquido, colocado na geladeira e volta a ser sólido	
DP-E8 (A5)	Por isso que vamos aquecer e depois resfriar para ficar duro nas forminhas	Justificativa
DP-E8 (A6)	Quanto tempo vai ficar no micro-ondas?	
DP-E8 (A1)	Quantas vezes faremos isso no micro-ondas?	

Código	Unidade de registro	Indicadores
DP-E8	Vamos colocar várias vezes, uns 30 segundos, considerando o risco de não queimar, fazendo o procedimento aos poucos e o tempo em torno de 10 minutos, mas vocês terão que observar se a variação do tempo é suficiente	
DP-E8 (A7)	Porque temos que cuidar a variação do tempo, não pode ser sempre o mesmo. Quanto maior for a forma, mais tempo tem que ficar resfriando	Justificativa; explicação; raciocínio proporcional
DP-E8 (A2)	Eu não tenho micro-ondas em casa. Pode fazer na panela?	
DP-E8 (A8)	Provavelmente vai levar mais tempo para cozinhar no fogo	Previsão
RG3-E8	O chocolate foi derretido no micro-ondas durante o tempo de 53 segundos, em seguida adicionamos os flocos e colocamos durante 10 minutos no congelador. Após isso, os chocolates foram embalados	Organização de informações; classificação de informações; raciocínio lógico
RG2-E8	O chocolate endureceu, mas alguns acabaram quebrando, então na segunda tentativa deixamos os chocolates 3 minutos e 15 segundos a mais na geladeira	Organização de informações; classificação de informações; raciocínio lógico; justificativa

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

No primeiro momento deste episódio de ensino a professora procura fazer com que os alunos percebam a necessidade do processo de aquecimento e de resfriamento para a produção de chocolates. O episódio marca os diálogos sobre a influência da temperatura, do tempo e do tamanho das formas utilizadas e que essas variáveis podem influenciar e ocasionar resultados diferentes no processo de produção.

Assim, as interações discursivas permitem aos alunos construir representações acerca do processo de produção, *“por isso que vamos aquecer e depois resfriar para ficar duro nas forminhas”* (A5), tecendo uma justificativa para o processo, a partir da explicação dada pela professora.

A compreensão da influência das variáveis no processo de produção permite aos alunos produzirem justificativas e realizarem previsões: *“Hoje é um dia que está mais quente. Então, isso vai ter influência no derretimento mais rápido do chocolate”* e *“provavelmente vai levar mais tempo para cozinhar no fogo”* (A2).

O raciocínio proporcional também está marcado na explicação, *“Quanto maior for a forma, mais tempo tem que ficar resfriando”* (A7), na qual o aluno relaciona o tempo de resfriamento com o tamanho da forma utilizada. Essa explicação sucede a justificativa, *“temos que cuidar a variação do tempo, não pode ser sempre o mesmo”*, que advém de uma orientação dada pela professora, *“em torno de 10 minutos, mas vocês terão que observar se a variação do tempo é suficiente”*.

Após a produção de chocolates, solicitamos aos alunos que escrevessem um relatório sobre o processo de produção. Nas duas últimas passagens apresentadas no quadro anterior, reconhecemos os indicadores: *organização* e *classificação de informações*, *raciocínio lógico* e *justificativa* (presente na última). Reconhecemos na última passagem, que além dos alunos organizarem e classificarem as informações para descrever o processo, ordenando-as logicamente, eles produzem uma justificativa para o fato de deixarem o chocolate resfriando mais tempo.

O Episódio 5, ainda durante a aula prática, marca o processo de confecção das embalagens para armazenar os chocolates. A forma e o tipo de embalagem que seria utilizada foi uma decisão tomada pelos alunos a partir da escolha das forminhas utilizadas e cada grupo fez um modelo diferente do outro. A orientação dada a eles foi de que escolhessem um formato que já tivessem estudado. Durante o processo de produção das embalagens, os alunos desenvolveram sua criatividade e sua imaginação, e trabalharam de modo cooperativo, utilizando materiais como tesoura, cola, régua, caneta, cartolina, EVA e papel alumínio. A Figura 3 denota o processo de produção das embalagens:

Figura 3 – Produção das embalagens



Fonte: Arquivo da autora (2022).

Durante o processo de confecção das embalagens cada grupo utilizou uma estratégia, buscando a melhor opção de embalagem para o chocolate produzido de modo que o espaço interior da embalagem fosse otimizado. Os grupos já haviam pensado anteriormente sobre o formato das embalagens e, desse modo, já trouxeram para a aula o molde impresso. Na aula, recortaram, mediram e colaram as embalagens. Os alunos mobilizaram conhecimentos geométricos que os ajudaram a confeccionar as embalagens e estabeleceram relações, caracterizando as superfícies poliédricas.

Desse modo, durante a confecção das embalagens, foi necessário o estabelecimento de um plano, a decisão sobre qual modelo e tamanho seria o mais adequado, como fariam o processo de confecção (desenhar, recortar e colar) e a negociação entre os próprios alunos sobre o papel que cada um assumiria no desenvolvimento da atividade. Assim, na perspectiva de Zabala (1998), além da mobilização do conteúdo conceitual, os alunos também movimentam os conteúdos procedimentais, pois construíram estratégias, elaboraram e tomaram decisões, e executaram um plano para atingir uma meta; e atitudinais, os quais se referem à vivência do ser humano com o mundo que o rodeia, está vinculado à formação de atitudes e valores, como ouvir e respeitar a opinião dos colegas, concordando ou discordando delas. Do exposto, a atividade favoreceu o desenvolvimento de princípios sociais e éticos, bem como, a utilização de conhecimentos científicos para a tomada de decisões referente à resolução do problema que emergiu da prática de MCM: confeccionar a embalagem para os chocolates produzidos e o desenvolvimento da capacidade argumentativa. Esses aspectos são constituintes do desenvolvimento da AC. O Quadro 17 denota os indicadores da AC do Episódio 5:

Quadro 17 – Episódio 5 e os indicadores da AC na segunda etapa da MCM – produção das embalagens

Código	Unidade de registro	Indicadores
DP-E8	Perguntei quem queria o modelo da barra de 90g, quem queria o modelo da barra de 50g e quem queria o modelo da barrinha de 13g	
DP-E8 (A1)	Sobre as embalagens, podemos pensar em qualquer modelo de embalagens?	
DP-E8	Podem pensar em embalagens no formato de figuras geométricas	
RG3-E8	Foram utilizadas tesoura, cola, régua, caneta, cartolina, um papel com molde, EVA, papel alumínio da cor vermelha e prata para a confecção das embalagens em formato cúbico, com capacidade de quatro chocolates em cada embalagem. Produzimos 12 embalagens. Ao todo foram produzidos em torno de 60, porém, apenas 48 foram embalados e colocados em suas caixas. Cada chocolate tinha massa de 13g de forma isolada. Cada caixa com quatro chocolates pesava 55g e ao todo com as 12 caixas produzidas e cheias, sua massa foi de 660g	Organização de informações; raciocínio lógico; raciocínio proporcional
RG1-8	Deu 10 barras e um pouquinho e sobrou 90g de flocos. Deu 690g tudo, 595g os empacotados e a média por barra foi 70g	Organização de informações; raciocínio lógico; raciocínio proporcional

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Reconhecemos na descrição do Grupo 1, que os alunos apresentam os materiais utilizados, facilitando a compreensão do processo realizado por eles. Nesse sentido,

organizam as informações e apresentam seu raciocínio logicamente ordenado, mobilizando noções de proporcionalidade.

Destacamos que os três últimos episódios apresentados se deram na etapa de compreensão e de explicitação do processo de MCM. Nessa etapa, os grupos começam a resolver a situação-problema da produção de chocolates e a confecção das embalagens. Ao desenvolver a atividade precisaram compreender e relacionar conceitos de diferentes disciplinas (conteúdos curriculares), como: Química: concentração em massa; Matemática: proporcionalidade, sistemas de medidas – capacidade, volume, massa e geometria. Na produção do chocolate e na confecção das embalagens foi possível estimular diferentes processos cognitivos dos alunos ao efetuarem os cálculos com diferentes meios e recursos: cálculo mental, cálculo manual e com uso de tecnologia (calculadora e balança digital).

3.3 MODELOS MATEMÁTICO E SISTEMATIZAÇÃO

A terceira categoria, denominada de *modelo matemático e sistematização*, é constituída pelo Episódio 6 e se refere à terceira etapa do processo de MCM, denominada por Biembengut (2016), de significação e de expressão. Essa etapa foi desenvolvida na sala de aula nas aulas de Matemática, Biologia e Química. A professora pesquisadora solicitou aos alunos que representassem o custo de produção de chocolate, o qual foi expresso por meio de um modelo matemático. Nas aulas de Biologia e Química, a etapa de significação e expressão se deu por meio da organização de seminários, formulados no *PowerPoint*, nos quais os alunos apresentaram o estudo realizado sobre o cacaueteiro, as informações nutricionais do chocolate, os benefícios e os malefícios para a saúde humana.

O Episódio 6 marca os indicadores da AC quando os alunos são questionados pela professora pesquisadora sobre qual seria o custo de produção dos chocolates. Disponibilizamos aos alunos os valores dos ingredientes: chocolate, flocos e forminhas, e para o restante dos materiais utilizados eles deveriam realizar uma estimativa dos valores. Desse modo, os grupos começaram a dialogar sobre o que foi utilizado no processo de produção, organizar os dados e estimar os valores. O Quadro 18 denota as interações discursivas realizadas:

Quadro 18 – Episódio 6 e os indicadores da AC na terceira etapa da MCM – modelo matemático e sistematização

Código	Unidade de registro	Indicadores
DP-E9	Como podemos fazer para calcular o custo de cada chocolatinho?	
DP-E9 (A4)	Podemos somar às todas as coisas	Organização de informações
DP-E9 (A1)	Daí teremos, tipo o custo de tudo, do chocolate, dos flocos e do papel	Organização de informações; classificação de informações
DP-E9 (A10)	Vamos ter que calcular todos os custos e depois calcular de cada chocolatinho. Então temos que pegar o custo e dividir pela quantidade de chocolates feita	Organização de informações; classificação de informações; raciocínio lógico; raciocínio proporcional; justificativa; explicação
RG3-E9	Figura 4	Seriação de informações; organização de informações; classificação de informações; raciocínio lógico; raciocínio proporcional; justificativa; explicação
RG1-E9	Figura 5	Seriação de informações; organização de informações; classificação de informações; raciocínio lógico; raciocínio proporcional; justificativa; explicação

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

As Figuras 4 e 5 denotam o movimento de *seriação, organização e classificação de informações*, pois os alunos listam os materiais utilizados, realizam um arranjo das informações elencadas, classificando-as de acordo com a relevância estabelecida por cada grupo.

A partir desse movimento, os alunos do G3 (chocolate de 13g) somam o valor dos ingredientes e dos materiais divididos (R\$ 67,22) e dividem pelas 12 caixinhas produzidas (que comportam quatro chocolatinhos), sendo o custo de R\$ 5,60 de cada caixinha. A Figura 4 mostra o raciocínio utilizado pelos alunos:

Figura 4 – Registro do Grupo 3 sobre o custo de um chocolate

3,83	costelma
1,50	permanência
14,33	chocolate
9,50	energia elétrica
20,00	mão de obra
0,50	placa
1,50	papel alumínio
2,60	Bolo
3,90	C.V.A
R\$ 67,22	Custo total da produção do chocolate
$67,22 \div 12 = 5,60$ por caixinha de chocolate	

Fonte: Arquivo da autora (2022).

Já os alunos do G1 (chocolate de 90g) utilizam uma estratégia diferente, pois somam o custo total dos ingredientes e dos materiais (R\$ 105,50) e dividem entre os três grupos, ficando cada grupo com o custo de R\$ 60,16 e como produziram aproximadamente 10 barras, cada barra tem o valor de R\$ 5,72. A Figura 5 apresenta o raciocínio dos alunos:

Figura 5 – Registro do Grupo 1 sobre o custo de um chocolate

Formiga = 22,50
 chocolate 2 kg = 64,00
 papel alumínio enrolado = 4,50
 papel alumínio = 4,00
 vidro = 10,50

 soma total = 105,50
 ÷ para 3 grupos = 35,16 cada
 + mão de obra de 20,00
 e 5,00 de micro-ondas.
 Preço total = 60,16
 60,16 ÷ Número de barras produzidas = 10,5
 5,72 por barra
 Venderíamos por 6,50 cada barra.
 e teríamos 8,09 reais de lucro.

Fonte: Arquivo da autora (2022).

Se compararmos os valores apresentados pelos grupos, observamos que a caixinha com quatro chocolates de 13g custa R\$ 5,60 (R\$ 0,10 por grama de chocolate) e cada barrinha de aproximadamente 70g (foi o valor aproximado que o grupo encontrou para a forminha de 90g), tem o custo de R\$ 5,72 (R\$ 0,08 por grama de chocolate). Assim, os valores encontrados por grama de chocolate são bem próximos, podendo ser validado o custo de cada chocolate apresentado pelos grupos. Nas aulas de Química e Biologia foi realizado a socialização dos seminários dos grupos. Para tal, os alunos utilizaram o *Chromebook* da escola. As professoras de Química e Biologia escrevem em seus diários:

Os alunos participaram, se envolveram em estudar o assunto porque até então desconheciam quimicamente o chocolate, associavam apenas a questão de gostar e então começaram a entender por que algumas pessoas são consideradas dependentes, principalmente pela substância química cafeína, realizando associações com outros alimentos. Associaram também ao lado emocional (principalmente as meninas) na época da TPM, além de conhecerem os nomes das substâncias químicas e sua estrutura molecular. O envolvimento dos alunos foi gratificante (DPQ, 2022).

O segundo grupo pesquisou os malefícios e os benefícios do chocolate para o homem, observando quais órgãos são mais afetados em cada sistema humano e o terceiro grupo pesquisou sobre a matéria-prima do chocolate – o cacau (nome científico, características da planta – flor, fruto, reprodução, tipo de célula, informações gerais da planta, etc.) (DPB, 2022).

A partir do exposto encerramos a terceira etapa do processo de MCM. Destacamos que o desenvolvimento da prática de MCM possibilitou o envolvimento dos alunos nas discussões propostas e o estabelecimento de relações nas disciplinas de Biologia, Química e Matemática, ajudando-os compreenderem de forma mais ampla a temática estudada. Nos episódios apresentados reconhecemos os indicadores da AC utilizados. O Quadro 19 apresenta a frequência dos indicadores nos seis episódios apresentados e discutidos neste texto:

Quadro 19 – Indicadores da AC e quantificação nos episódios (E)

Indicador	Percepção e apreensão		Compreensão e explicitação			Significação e expressão	Total
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
Seriação de informações	0	0	0	0	0	2	2
Organização de informações	2	3	6	2	2	5	20
Classificação de informações	2	3	6	2	0	4	17
Raciocínio lógico	0	3	6	1	2	3	15
Raciocínio proporcional	0	0	4	0	2	3	9
Levantamento de hipótese	1	0	0	0	0	0	1
Teste de hipótese	0	0	0	0	0	0	0
Justificativa	0	3	0	5	0	3	11
Previsão	0	1	0	2	0	0	3
Explicação	2	2	3	1	0	3	11
Total por episódio	7	15	25	13	6	23	89
Total por etapa da MCM	22		44			23	89

Fonte: Organizado pela autora (2022).

A análise do Quadro 19 nos mostra grande parte dos indicadores da AC, sendo utilizados nos diferentes episódios. Os indicadores de levantamento e teste de hipóteses e previsão foram os menos utilizados, o que nos faz refletir sobre as intervenções realizadas. Talvez tivéssemos que ter deixado os alunos falarem mais durante o desenvolvimento das atividades e direcionar os questionamentos, instigando-os a pensar sobre os processos envolvidos na produção de chocolate. Por outro lado, foi a primeira vez que a primeira autora deste texto desenvolve uma prática de MCM e posto isso, o movimento decorrente do processo é de aprendizagem docente, tanto do planejamento da prática como durante o seu desenvolvimento.

Na sequência, os indicadores de organização e de classificação de informações, seguido do raciocínio lógico, da justificativa e da explicação, são os mais desenvolvidos

respectivamente. Assim, ao final do processo de MCM os alunos construíram explicações para apresentar o custo de produção de chocolates, as quais estão ancoradas nas informações (seriadas, organizadas e classificadas), que são utilizadas como justificativas para ancorar as explicações produzidas. O modelo apresentado pelos alunos também põe em evidência o raciocínio lógico e proporcional como forma de entender e de explicar as relações percebidas.

Desse modo, a prática de MCM desenvolvida mostrou-se como um cenário que favorece o desenvolvimento da AC, requerendo habilidades importantes de serem trabalhadas em sala de aula. Por outro lado, a manifestação dos indicadores está relacionada à maneira como a atividade foi planejada e desenvolvida pelas professoras. Desse modo, refletimos que é necessário, os professores terem conhecimentos sobre tais indicadores, a fim de que estes possam ser contemplados no planejamento do professor.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste texto consistiu em compreender como o desenvolvimento de uma prática pedagógica de MCM, desenvolvida na perspectiva da IFA, contribui para o desenvolvimento da AC. Desse modo, iniciamos o desenvolvimento de uma espiral autorreflexiva, a qual se desenvolveu por ciclos de planejamento, ação e reflexão.

A análise realizada à luz da Análise de Conteúdo possibilitou o reconhecimento de indicadores da AC apresentados em três categorias emergentes do processo de análise e textualizadas em seis episódios, sendo os indicadores de organização e de classificação de informações, os que apresentaram a maior frequência, seguido do raciocínio lógico, da justificativa e da explicação.

Destacamos que os indicadores da AC assinalam competências que devem ser desenvolvidas e utilizadas para a resolução de problemas em qualquer área do conhecimento e estão relacionados às construções mentais que possibilitam o entendimento do problema.

Destacamos que o trabalho em grupo foi muito importante para a prática pedagógica, pois os alunos, ao trabalharem de forma colaborativa, desenvolveram a capacidade de negociação e de respeitar a opinião dos colegas. Além disso, cada aluno no seu grupo, assumiu um papel que foi importante para o desenvolvimento da atividade, para a escrita dos relatórios e para a apresentação dos resultados.

Reconhecemos que a prática de MCM proporcionou um ambiente de liberdade e de descontração, estimulando a participação e a criatividade dos alunos. Os alunos mobilizaram e ampliaram os conhecimentos de Biologia, sobre a planta que produz a matéria-prima para a

produção do chocolate; da Química, ao se discutir os processos de resfriamento e de aquecimento do chocolate, as informações nutricionais e as substâncias químicas; e da Matemática, ao mobilizarem a noção de proporcionalidade, as operações com números decimais, a organização e a classificação dos ingredientes e dos materiais utilizados.

Reconhecemos a importância de realizar com maior frequência atividades que possibilitam a mobilização e o desenvolvimento dos indicadores da AC de modo que os alunos desenvolvam a capacidade de tomar decisões, utilizando conhecimentos que já possuem e desenvolvendo outros conhecimentos, ajudando-os a ter um posicionamento mais crítico e reflexivo sobre as informações que recebem.

Por fim, entrelaçar os pressupostos da MCM e o desenvolvimento da AC possa ser um cenário profícuo para ajudar o professor a transcender a perspectiva tradicional de ensino e a valorizar e a compreender a pesquisa em sala de aula.

5 REFERÊNCIAS

ALARCÃO, Isabel. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 1. ed. São Paulo: Edições 70, 2016.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo: Contexto, 2010.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem na educação Matemática e na Ciência**. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem no Ensino Fundamental**. Blumenau: Edifurb, 2014.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem Matemática no ensino**. São Paulo: Contexto, 2000.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sara Knopp. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Lisboa: Porto Editora, 1994.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 3. ed. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2003.

GÜLLICH, Roque Ismael da Costa. **O livro didático, o professor e o ensino de Ciências: um processo de investigação-formação-ação**. 2012. 263f. Tese (Doutorado em Educação nas Ciências) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2012.

JUSTI, Rosária; ERDURAN, Sibel. Characterizing nature of Science: a supporting model for teachers. *In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL HISTORY, PHILOSOPHY, AND SCIENCE TEACHING GROUP*, 2015, Rio de Janeiro. **Annals [...]**. Rio de Janeiro, 2015.

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 37-50, jun. 2001.

MALDANER, Otavio Aloisio. Formação de professores para um contexto de referência conhecido. *In: NERY, Belmayr Knopki; MALDANER, Otavio Aloisio (orgs.). Formação de professores: compreensões em novos programas e ações*. Ijuí: Ed. UNIJUI, 2014.

PORLÁN, Rafael; MARTÍN, José. **El diario del profesor**: um recurso para investigación em el aula. Sevilla: Díada, 1997.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, p. 333-352, 2008.

SCHULTZ, Adriane Kis; BONOTTO, Danusa de Lara. Scientific modeling and science literacy in early childhood: a review study. **Actio: Docência em Ciências**, v. 6, n. 1, p. 1-19, 2021.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: como ensinar. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZABALZA, Miguel Angel. **Diários de aula**: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

4 OS SABERES DOCENTES EM UMA PRÁTICA PEDAGÓGICA DE MODELAGEM NAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA PELA VIA DA INVESTIGAÇÃO-FORMAÇÃO-AÇÃO

RESUMO

Este texto trata dos saberes docentes mobilizados em uma prática de Modelagem nas Ciências e Matemática (MCM), desenvolvida pelo viés da Investigação-Formação-Ação (IFA). Trata-se de pesquisa qualitativa, cujo objetivo consiste em compreender os saberes docentes mobilizados nos ciclos da espiral autorreflexiva constituída a partir do planejamento, do desenvolvimento, da observação e da reflexão de uma prática de MCM, bem como, as potencialidades e os desafios acerca da inserção de práticas de MCM na sala de aula. A constituição dos dados empíricos deu-se por meio da realização de uma entrevista semiestruturada realizada com professoras de Biologia e Química, as quais, juntamente com a professora pesquisadora, implementaram práticas de MCM na sala de aula com 12 alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola da rede estadual de ensino localizada na região Noroeste do Estado do RS. Os procedimentos de análise estão pautados na Análise de Conteúdo, a partir da qual emergiram duas categorias, as quais denotam elementos da espiral autorreflexiva e são dialogadas à luz dos saberes docentes. A primeira categoria apresenta elementos referentes ao planejamento da prática de MCM e a segunda trata das reflexões sobre a prática desenvolvida, revelando as potencialidades, os desafios que necessitam ser transpostos e o processo de modificação da prática realizada. Durante a constituição dos ciclos da espiral autorreflexiva, os saberes docentes se manifestam articulados com maior ênfase para o saber da formação profissional, o saber da experiência, seguido do disciplinar e do curricular.

Palavras-chave: prática pedagógica; planejamento; formação docente; reflexão.

1 INTRODUÇÃO

A gama de informações educacionais disponíveis, associada a novos recursos de ensino, estão exigindo do professor um novo olhar sobre os processos de ensino e de aprendizagem. Nesse sentido, destacamos a necessidade de se pensar em novas formas de ensinar os conhecimentos sócio-historicamente construídos, mais articuladas com a realidade dos alunos e seus interesses. Para tal, reconhecemos a importância da intencionalidade pedagógica no desenvolvimento do planejamento docente e do trabalho cooperativo desenvolvido na escola com os pares.

Nesse contexto, se apresenta a proposta desta pesquisa, cujos dados empíricos advém do repensar os modos de ensinar e de aprender e, para tal, investimos nos pressupostos da MCM para fundamentar o desenvolvimento de uma prática pedagógica com estudantes do

nível médio de ensino e avaliar as potencialidades e os desafios que se interceptam nos dialógicos processos de ensino e de aprendizagem.

Para isso e por compreendermos o professor como um produtor de conhecimento, investimos na perspectiva da IFA de Güllich (2013) e Alarcão (2011) por meio da qual o professor, ao perpassar pelos ciclos da espiral autorreflexiva, mobiliza e transforma os saberes que constituem a docência durante o planejamento, a ação, a observação e a reflexão da sua prática, reflexão esta, compreendida como categoria formativa e, portanto, com intencionalidade de transformação da prática docente e do contexto social de atuação do professor.

A partir do exposto apresentamos o objetivo deste estudo, o qual consiste em compreender os saberes docentes mobilizados nos ciclos da espiral autorreflexiva, constituída a partir do planejamento, do desenvolvimento, da observação e da reflexão de uma prática de MCM, bem como, as potencialidades e os desafios acerca da inserção de práticas de MCM na sala de aula.

A MCM vem sendo apontada como um meio para ensinar Ciências e Matemática em diferentes estudos, entre eles, Justi (2006), Biembengut (2016), Marmitt e Bonotto (2023), Schultz e Bonotto (2021), Brum (2023) e tem se mostrado como uma possibilidade de questionar a realidade, mobilizando e aprendendo os conteúdos curriculares e não curriculares, a partir de um problema que se tem interesse em resolver e, de preferência, que seja da realidade dos alunos. Nessa perspectiva, Biembengut (2016) compreende que ensinar por meio da MCM é um método de ensino com pesquisa.

Não se trata de Ciência ou Matemática, [...] mas sim em dispor os dados de um fenômeno ou da questão investigada em sintonia com alguma estrutura (Matemática) que possibilite representá-los e, principalmente, possibilitar uma descrição, uma resposta ou solução plausível, uma previsão (Biembengut, 2016, p. 99).

O processo de MCM se desenvolve por meio de três etapas: na *percepção* e na *apreensão* é iniciada a identificação ou o reconhecimento de um problema; na *compreensão* e na *explicitação* ocorre a formulação do problema, do modelo e a sua resolução – nessa etapa é necessário classificar as informações mais relevantes, formular as hipóteses, identificar as variáveis e, em seguida, descrever as relações obtidas; e a *significação* e a *expressão* ocupam-se em interpretar e avaliar os resultados para, em seguida, realizar a validação.

Para modelar uma situação-problema, Biembengut (2016) considera que os procedimentos são os mesmos de uma pesquisa científica. Diante disso, a modelagem é a área

de pesquisa que busca elaborar ou criar um modelo não apenas para uma solução particular, mas como suporte para outras explicações e teorias, requerendo dos modeladores habilidades e conhecimentos sobre o tema ou o assunto e de teorias das Ciências Humanas, da Natureza e da Matemática.

Desse modo, o desenvolvimento de práticas de MCM permite a integração entre os conhecimentos de diferentes áreas, possibilitando articulações interdisciplinares. Nessa perspectiva, à luz da IFA, as professoras de Biologia, Química e Matemática, trabalharam em conjunto no planejamento e no desenvolvimento de uma prática de MCM a partir do tema que trata da relação custo e benefício do consumo de chocolates, mobilizando o estudo dos diferentes tipos de chocolate, sua composição química, os benefícios e os malefícios do seu consumo para a saúde humana, bem como, o custo de produção de uma determinada quantidade de chocolate. Durante esse processo, as professoras vão constituindo os ciclos de uma espiral autorreflexiva – problema, planejamento, ação, observação, reflexão que deixa de ser uma, para se tornar de todas, pois é constituída a partir dos saberes das professoras, das suas experiências, do conhecimento, do seu contexto específico de trabalho e das concepções que carregam consigo sobre os processos de ensino e de aprendizagem.

Nesse contexto, a fim de responder a questão norteadora desta pesquisa, a qual consiste em: Como os saberes docentes são mobilizados nos ciclos da espiral autorreflexiva constituída a partir do planejamento, do desenvolvimento, da observação e da reflexão da prática de MCM? Organizamos este texto apresentando inicialmente elementos para a compreensão da IFA, pautadas na noção de reflexão crítica e assumindo o professor como um pesquisador de sua prática e como produtor de conhecimento (Schön, 2000; Zeichner, 2008; Güllich, 2012; Alarcão, 2010) e, também, assumimos a tipologia de saberes docentes de Tardif (2013); na sequência, apresentamos o caminho metodológico, os resultados e as conclusões sobre o estudo.

2 A INVESTIGAÇÃO-FORMAÇÃO-AÇÃO E OS SABERES DOCENTES

As novas tendências de formação docente estimulam o desenvolvimento de competências e saberes docentes (Pimenta; Ghedin, 2002) que advêm da reflexão sobre a prática do professor. Esses saberes docentes, aliados à reflexão crítica, levam o professor a ressignificar sua atuação e a transformar constantemente seus conhecimentos (Schön, 2000; Pimenta; Ghedin, 2002; Zeichner, 2008). A partir dessa perspectiva, relacionamos o ensino reflexivo com os saberes docentes por meio da reflexão extraída das experiências práticas,

onde os professores podem relacionar a sua prática pedagógica diária com as realidades sociais e políticas dentro das quais ela ocorre.

Os referenciais que tratam sobre o conceito de reflexão crítica, na formação de professores, salientam a prática como fonte de conhecimento, de reflexão e de experimentação (Zeichner, 2008). Dessa maneira, o papel do pesquisador é de colaborar com a aprendizagem profissional e de ajudar os futuros professores a aprenderem a refletir sobre a sua atividade. O pesquisador, como um dos parceiros mais experientes, deve negociar situações de experimentação que facilitem a reflexão crítica (Zeichner, 1993; Carr; Kemmis, 1988; Magalhães, 2002).

Conforme Zeichner (2008), o conceito do professor como um profissional reflexivo parece reconhecer a *expertise* que existe nas práticas de bons professores, o que Schön (2000) denominou de “conhecimento-na-ação”. Da perspectiva do professor, isso significa que o processo de compreensão e de melhoria de seu próprio ensino deve começar da reflexão sobre sua própria experiência e que o tipo de saber, advindo unicamente da experiência de outras pessoas, é insuficiente.

Sendo assim, a reflexão crítica é 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 (Kemmis, 1988).

Ao abordar sobre a IFA, enquanto pressuposto para a formação de professores, Güllich (2013) concebe a reflexão como categoria formativa em que a sistematização é o modelo utilizado como elemento formativo, ou seja, transforma a experiência pela via reflexiva e possibilita um movimento de pesquisa da própria prática. Esse conceito implica reconhecimento coletivo.

A IFA se desdobra, de acordo com Alarcão (2011), em espirais que se desenvolvem por meio de ciclos que perpassam por movimentos de planificação, de ação, de observação e de reflexão. Como primeira tarefa, impõe-se um determinado problema da experiência concreta e sua compreensão nos seus vários elementos; após esta, realiza-se a análise estruturada do mesmo, que implica processos de observação e de reflexão, passos necessários à conceitualização, resoluções dos problemas práticos e aprendizagem de caráter cíclico e desenvolvimentista.

Esse movimento, que busca a formação pela via reflexiva, reconhece que o professor precisa estar ativo na elaboração dos propósitos e das finalidades do seu trabalho, tornando viável a formação de um profissional, que analisa e reflete criticamente sobre a sua prática por

meio da problematização, mantendo-se aberto às mudanças e às transformações em relação a sua prática (Garcia, 1992). Durante o processo de investigação da prática docente, o professor, em seu movimento de problematização, recorre ao processo de reflexão como estratégia para determinar, reconhecer e enfrentar os problemas advindos da prática (Kierepka; Bremm; Güllich, 2019).

Destacamos que o processo reflexivo perpassa por toda a espiral autorreflexiva e essa forma de perceber a reflexão tem implicações que forçam a compreensão de que a reflexão buscada é para transformar a prática (se dá na, sobre e para a ação), ou seja, “a aprendizagem é um processo transformador da experiência no decorrer do qual se dá a construção do saber” (Alarcão, 2011, p. 53).

Neste estudo, durante o planejamento, o desenvolvimento, a observação e a reflexão da prática de MCM são postos em evidência o amálgama de diferentes saberes que constituem a docência, os quais, são reconstruídos durante a vida do professor nas interações humanas, visto que a docência é um trabalho de interações humanas (Tardif; Lessard, 2014).

Ao mencionarmos a expressão saberes docentes cumpre responder que está vinculada aos conhecimentos, ao saber-fazer, as competências e as habilidades mobilizados pelos professores no seu cotidiano nas salas de aula e nas escolas, objetivando a realização de suas tarefas.

Assim, 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” (Tardif, 2013, p. 237).

Nessa perspectiva, podemos identificar a natureza e como são adquiridos esses saberes, vinculando-os às realidades sociais, organizacionais e humanas em que os professores estão inseridos (Tardif, 2013). Sob esse ponto de vista Tardif (2013, p. 11) menciona que:

[...] no âmbito dos ofícios e profissões, não creio que possa falar do saber sem relacioná-lo com os condicionantes e com o contexto do trabalho: o saber é sempre o saber de alguém que trabalha alguma coisa no intuito de realizar um objetivo qualquer. Além disso, o saber não é uma coisa que flutua no espaço: 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, etc. Por isso, é necessário estudá-lo relacionando-o com esses elementos constitutivos do trabalho docente.

De acordo com Tardif (2013, p. 17), os saberes do professor constituem-se em uma realidade social, que se materializa, “através de uma formação, de programas, de práticas coletivas, de disciplinas escolares, de uma pedagogia institucionalizada, etc.” são ao mesmo tempo, os saberes do professor, produzidos a partir do seu contexto de trabalho. Nesse sentido, durante a constituição da espiral autorreflexiva os saberes docentes se integram à vivência individual e coletiva dos professores, fundamentando sua ação cotidiana e o exercício da profissão. Os professores reconstroem esses saberes no seu contexto de atuação com os seus alunos e mobilizam outros saberes incorporados, modificados e adaptados ao longo da sua história pessoal e profissional. Sendo assim, 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” (Tardif, 2013, p. 36).

Para Tardif (2013), os saberes docentes são classificados em quatro tipologias:

- *Os saberes da formação profissional*, definidos pelo “conjunto de saberes transmitidos pelas instituições de formação de professores” (Tardif, 2013, p. 36). Estes são provenientes das universidades, dos cursos de formação de professores, tanto na formação inicial como na formação continuada, exigindo uma formação contínua e são temporais. Nesses espaços, o professor e o ensino são objetos de saber para as Ciências Humanas e para as Ciências da Educação.

As Ciências não se limitam a produzir conhecimentos, mas procuram também incorporá-los à prática do professor. Nessa perspectiva, esses conhecimentos transformam saberes destinados à formação científica ou erudita dos professores, e, caso sejam incorporados à prática docente, esta pode transformar-se em prática científica ou erudita, em tecnologia da aprendizagem, por exemplo (Tardif, 2013, p. 36).

- *Os saberes disciplinares*, que se integram igualmente à prática docente através da formação (inicial e contínua) dos professores nas diversas disciplinas oferecidas pela universidade. Ou seja, são saberes que correspondem aos diversos campos do conhecimento, saberes de que dispõe a sociedade, que hoje se encontram integrados nas universidades, sob a forma de disciplinas, no interior de faculdades e de cursos distintos.

Os saberes disciplinares (por exemplo, Matemática, História, Literatura, etc.) são transmitidos nos cursos e departamentos universitários independentemente das faculdades de educação e dos cursos de formação de professores. Os saberes das disciplinas emergem da tradição cultural e dos grupos sociais produtores de saberes (Tardif, 2013, p. 37).

- *Os saberes curriculares*, os quais articulam os conhecimentos científicos para os saberes sistematizados e ensinados nas escolas. São aqueles saberes aceitos socialmente e que se apresentam em forma de programas escolares que os professores devem aprender e aplicar. Correspondem aos discursos, aos métodos, aos objetivos e aos conteúdos que a instituição escolar “categoriza e apresenta os saberes sociais por ela definidos e selecionados como modelos da cultura erudita e de formação para a cultura erudita” (Tardif, 2013, p. 38).

- *Os saberes experienciais*, são aqueles específicos, fundamentados em seu trabalho cotidiano e no conhecimento de seu meio, advindos da prática da profissão. Eles surgem da experiência e por ela são validados, incorporando-se à experiência individual e coletiva “sob a forma de *habitus* e de habilidades de saber-fazer e de saber-ser” (Tardif, 2013, p. 38). A partir disso, podemos considerar que o professor precisa conhecer a sua disciplina, o seu programa, possuir conhecimentos relativos às Ciências da Educação, dotado da capacidade de dominar, de integrar e de mobilizar os saberes necessários à sua prática.

Ainda, Tardif (2013) ressalta que os saberes da formação profissional – saberes profissionais dos professores advém das teorias das Ciências da Educação e dos saberes pedagógicos, sendo que o docente incorpora os saberes disciplinares oriundos da tradição cultural e os saberes produzidos por outros atores. Presumindo, assim, que o trabalho do professor se constrói pela prática diária a partir da experiência e suas relações, os saberes experienciais se revestem de sentidos e são incorporados a outros saberes.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Considerando o objetivo desta pesquisa, classificamos a mesma como sendo de natureza qualitativa. A abordagem qualitativa, como afirmam Bogdan e Biklen (1994) requer que os investigadores desenvolvam empatia com os participantes no estudo e que façam esforços concentrados para compreender vários pontos de vista.

Os sujeitos desta pesquisa são três professoras do Ensino Médio de uma escola da rede estadual, localizada na região Noroeste do Estado do RS. A escolha dos sujeitos está relacionada ao contexto de trabalho da pesquisadora e ao desenvolvimento de uma prática de MCM. A prática de MCM teve como temática a relação “custo e benefício do consumo de chocolate” e foi desenvolvida com uma turma do 1º ano do Ensino Médio de uma escola da rede estadual de ensino, localizada na região Noroeste do Estado do RS, nas aulas de Matemática, Biologia e Química, em nove encontros, contemplando um total de 13 períodos

de aula. A síntese do desenvolvimento da prática de MCM está apresentada nos Quadros 1 e 2 da introdução desta dissertação.

A constituição dos dados desta pesquisa se deu por meio da realização de uma entrevista semiestruturada desenvolvida com a professora pesquisadora da disciplina de Matemática e com as professoras colaboradoras de Biologia e Química, após a materialização do processo de MCM na sala de aula e, também, a partir de um movimento autorreflexivo da pesquisadora ao revisitar os ciclos da espiral constituída pelos movimentos de planificação, de ação, de observação e de reflexão. As entrevistas foram realizadas individualmente com a presença da professora pesquisadora e das professoras entrevistadas e foi composta por 18 questões, que foram organizadas, considerando os ciclos da IFA e com tempo de duração de aproximadamente 1h30min.

Optamos por esse instrumento devido às vantagens de comunicação, às margens de liberdade de resposta e à interação entre quem pergunta e quem responde. A entrevista foi constituída de perguntas abertas de modo que a professora entrevistada discorreu sobre o tema em questão e, ao narrar sobre o tema, relembra suas experiências e textualiza reflexões sobre a realidade vivenciada por ela (Minayo, 2002).

A análise dos dados seguiu os procedimentos da Análise de Conteúdo de Bardin (2016, p. 51), a qual é considerada como um “conjunto de técnicas para a análise das comunicações a partir de procedimentos sistemáticos que visam à descrição do conteúdo das mensagens”. Essa abordagem metodológica propõe três etapas, sendo elas: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados, conforme descrevemos a seguir:

- a) na pré-análise realizamos a transcrição das entrevistas, a leitura flutuante e a organização de uma tabela com as respostas para cada pergunta;
- b) na exploração do material realizamos a leitura sistemática, a organização das unidades de contexto (classificação e agregação) e sua codificação para se chegar à categorização. Realizamos pequenas correções linguísticas nas falas, sem comprometer o sentido atribuído pelas professoras entrevistadas. Apresentamos, a seguir, no Quadro 20, a codificação das unidades de contexto, de acordo com o bloco de perguntas realizadas na entrevista:

Quadro 20 – Codificação das unidades de contexto

Resposta da Professora – R	Planejamento – P (Pi: P1 a P5)	Ação – A (Pi: P1 a P4)	Observação e Reflexão – OR (Pi: P1 a P4)	Modificação e Avaliação – MA (Pi: P1 a P5)
Química – Q	RPQ-Pi	RAQ-Pi	RORQ-Pi	RMAQ-Pi
Biologia – B	RPB-Pi	RAB-Pi	RORB-Pi	RMAB-Pi
Matemática – M	RPM-Pi	RAM-Pi	RORM-Pi	RMAM-Pi

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Desse modo, RPQ – P1 representa a resposta (R) referente ao bloco planejamento (P) da professora de Química (Q) para a segunda pergunta (P2) e, assim, para as demais.

- c) no tratamento dos resultados obtidos e interpretação realizamos a seleção e a descrição dos resultados; nessa etapa confrontamos as respostas das entrevistas e realizamos a interpretação pela via da IFA e dos saberes docentes.

Toda pesquisa foi realizada de modo a atender os princípios éticos da pesquisa com seres humanos, mantendo sigilo e anonimato. Como os alunos participantes são menores de idade solicitamos a autorização dos pais para participação da pesquisa por meio do Termo de Assentimento dos Alunos e do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos responsáveis pelos alunos (APÊNDICE D). Ainda, solicitamos a Declaração de Ciência e Concordância da Secretaria Municipal de Educação a qual a escola está inserida. O projeto desta pesquisa foi aprovado pelo CEP nº 63234522.2.0000.5564.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise de conteúdo das entrevistas realizadas permitiu a emergência de duas categorias, as quais discutem questões referentes: 1) ao planejamento da prática de MCM; e 2) às reflexões sobre a prática desenvolvida, a partir das quais reconhecemos potencialidades e desafios acerca da inserção da MCM na sala de aula. Os saberes docentes apresentam-se atravessados nas categorias emergentes do processo analítico e são mobilizados e transformados durante os ciclos da espiral autorreflexiva e das etapas do processo de MCM. O Quadro 21 apresenta a quantificação das unidades de contexto e dos saberes docentes mobilizados em cada um dos ciclos da IFA e são discutidos no decorrer do texto das categorias:

Quadro 21 – Síntese da quantificação das unidades de contexto e dos saberes docentes mobilizados em cada um dos ciclos da IFA

Ciclos da IFA	Saber da formação profissional	Saber disciplinar	Saber curricular	Saber experiencial
Planificação	13	4	4	9
Ação	9	6	0	6
Observação e reflexão	9	3	0	7
Modificação e avaliação	9	4	0	9
Total	40	17	4	31

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Na sequência apresentamos os resultados obtidos, os quais estão ancorados nas unidades de contexto e discutidos à luz das pesquisas realizadas na área e dos saberes docentes de Tardif (2013).

- O planejamento da prática de MCM

A primeira categoria trata do planejamento da prática de MCM e é constituída pelas concepções de planejamento dos professores, pelos recursos utilizados para realizar o planejamento e as dificuldades encontradas pelos professores. O Quadro 22 apresenta a síntese do processo de análise referente a esta categoria:

Quadro 22 – Categoria planejamento e a síntese do processo analítico

Categorias	Subcategorias		Códigos
Planejamento	Concepção de planejamento	Orientador do trabalho do professor	RPQ-P1
	Recursos utilizados	Livros didáticos	RPQ-P2 RPB-P2 RPM-P2
		Internet	RPQ-P2 RPB-P2 RPM-P2
		Mapas conceituais	RPB-P2 RPM-P2
	Dificuldades para a realização do planejamento	Associar teoria e prática	RPQ-P3
		Encontrar atividades diferentes	RPB-P3 RPM-P3
		Realizar atividades do cotidiano dos alunos	RPQ-P3

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

A ação de planejar está presente diariamente nas atividades do professor e é a partir dessa ação que a prática pedagógica é estruturada, pois o ato de planejar orienta o trabalho docente e exige do professor reflexão sobre os processos de ensino e de aprendizagem. De acordo com Libâneo (1994), o planejamento é uma ação intencional do professor que inclui a previsão das atividades, a organização e a coordenação dos objetivos que se pretende atingir, os conteúdos, os métodos, os recursos, o espaço, o tempo e a avaliação. Essa concepção de planejamento é identificada na fala das professoras, conforme a unidade de contexto apresentada a seguir:

O planejamento escolar é o que guia o nosso trabalho no transcorrer do ano. Através dele buscamos os objetivos traçados para o ano letivo, assegurando um ensino efetivo, conduzindo o aluno ao alcance de seus objetivos (RPQ-P1).

Conforme Libâneo (1994, p. 222), o planejamento deve apresentar as ações que serão desenvolvidas e seu sequenciamento, bem como, objetividade, coerência e flexibilidade, ou

seja, o planejamento “é a previsão dos objetivos e tarefas do trabalho docente [...]”. Além disso, a sua organização carrega consigo a rede de relações estabelecidas pelo professor e a mobilização dos saberes que constituem o seu trabalho diário.

Ao considerarmos o planejamento como um elemento do trabalho do professor, destacamos a utilização de diferentes recursos, entre eles, livro didático, recursos digitais e mapas conceituais, conforme denotam as passagens a seguir:

Utilizo o livro didático do ano, mas também, uso outros recursos em minhas aulas [...] caça-palavras, mapas conceituais, cruzadinhas (RPB-P2).

[...] tenho utilizado também bastante a internet (RPQ-P2).

Utilizo livros didáticos, materiais impressos e digitais, internet (RPM-P2).

As passagens apresentadas pelas professoras denotam a mobilização de saberes da formação profissional os quais englobam os saberes pedagógicos e se manifestam na utilização de diferentes recursos e materiais, na busca de novas ideias para realizar seu planejamento em sua prática em sala de aula. De acordo com Tardif e Lessard (2014, p. 218), o professor necessita “avaliar diariamente a situação e tomar uma decisão a cada dia em função, sobretudo, do que os alunos compreendem, sempre respeitando o programa ou, conforme a necessidade, adaptando-o”. Sendo assim, neste contexto, o professor, diariamente, em seu trabalho, mobiliza e transforma seus saberes a partir das experiências e das vivências docentes.

De acordo com Güllich (2012), a utilização do livro didático tem papel de apoio no contexto pedagógico, mas não deve ser utilizado no sentido de apoderamento do trabalho docente.

O livro em contexto educacional tem impregnado o que entendo por programação da ação docente. O processo de relação entre livro didático e o professor se estende a tal ponto que deixa rastros que percorrem percursos formativo-constitutivos dos sujeitos professores, aprisionando e, por conseguinte, tornando-se constitutivo de suas práticas (Güllich, 2012, p. 115).

Assim, concordamos com Güllich (2012), que o livro didático é um recurso para orientar o planejamento do professor, porém, não deve ser regulador da sua prática pedagógica.

A rede mundial de computadores também tem auxiliado os professores no ato de planejar, visto o rápido acesso às informações e atividades disponíveis, constituindo-se como um suporte de apoio ao professor.

E, também, os mapas conceituais, representam uma ferramenta interessante a ser utilizada pelo professor, pois são recursos que auxiliam na organização do conhecimento e no desenvolvimento de diversas habilidades cognitivas dos alunos. Tal fato contribui para que ocorra um maior dinamismo na aprendizagem (Farias; Farias, 2016). Sendo assim, os mapas conceituais podem auxiliar o professor na realização do seu planejamento, com o intuito de melhorar sua gama de opções e a aprendizagem dos alunos.

Com relação às dificuldades apresentadas pelos professores para a realização do planejamento, assinalamos o estabelecimento da relação entre teoria e prática e a elaboração de atividades diferentes e que considerem o cotidiano dos alunos, de acordo com as passagens a seguir:

Como trabalho a disciplina de Química sempre procuro associar, na medida do possível, teoria e prática e para alguns assuntos/conteúdos, isso é um pouco difícil (RPQ-P3).

[...] essa possibilidade de fazermos atividades diferentes, creio que esse tipo de atividade gera bastante trabalho [...]. (RPQ-P5).

Dependendo do conteúdo é difícil fazer atividades diferentes (RPM-P3).

Entrelaçar a teoria e a prática pode se constituir um desafio para o professor, principalmente, quando o conteúdo abordado é muito abstrato e permeado por uma linguagem simbólica. Desse modo, é requerido do professor a busca por estratégias que possibilitam a atribuição de sentido pelos alunos ao que está sendo estudado. Essa busca mobiliza o saber pedagógico da formação profissional, o saber-fazer. A superação desse desafio pode ter a colaboração do trabalho desenvolvido com os pares na escola. Assim, destacamos a importância da coletividade na escola, do apoio dos colegas e da gestão da escola; da valorização do professor, dos seus saberes e dos processos formativos, estes constituídos a partir da relação entre as universidades, as escolas e as políticas públicas.

A elaboração de atividades diferentes para a abordagem dos conteúdos curriculares que considerem a realidade dos alunos e extrapolem o proposto pelo livro didático e as práticas disponíveis na internet demandam maior tempo do professor para planejamento. E, muitas vezes, diante das condições de trabalho do professor, da sua atuação em diferentes escolas e do atendimento de diferentes turmas e níveis de ensino, os professores acabam não

dispondo desse tempo. Nesse sentido, urge a necessidade de políticas de valorização dos docentes que garantem e propiciam condições de equidade no cenário educacional de modo que melhores condições de trabalho possam chegar até as escolas.

Do exposto, reconhecemos que as professoras trazem consigo elementos importantes do seu trabalho, os quais são ressignificados cotidianamente em sua prática, os alunos, os conteúdos, o planejamento, o trabalho colaborativo e o contexto social. Conforme Tardif (2013), na prática da profissão, os professores desenvolvem saberes específicos baseados em seu trabalho e no conhecimento do seu meio. Ou seja, “o professor mobiliza e transforma os saberes docentes diante do contexto em que está inserido e das problemáticas enfrentadas” (Marmitt; Bonotto, 2023, p. 19).

- Reflexões sobre a prática de MCM

A segunda categoria trata das reflexões sobre a prática de MCM desenvolvida e revelam suas potencialidades e os desafios que devem ser transpostos, bem como, o processo de modificação da prática realizada. O Quadro 23 apresenta o desdobramento da análise referente à segunda categoria:

Quadro 23 – Categoria reflexão sobre a prática docente e a síntese do processo analítico

Categorias	Subcategorias		Códigos
Reflexões sobre a prática	Potencialidades professores	Possibilitou trabalho cooperativo	RPQ-P5; RPB-P5; RPM-P3; RMAB-P3
		Possibilitou integração entre os componentes curriculares	RPB-P5
		Compartilhamento de ideias	RPQ-P5; RPB-P4; RPB-P5; RPM-P5; RPM-P4
	Potencialidades alunos	Relação com o cotidiano dos alunos	RMAQ-P1
		Relação teoria e prática	RORQ-P1; RMAQ-P1
		Evolução na aprendizagem dos alunos	RORQ-P2; RORM-P2; RORB-P2
		Despertou o interesse dos alunos	RORQ-P3; RORQ-P1; RORB-P3; RORM-P3
	Desafios	Carga horária do professor	RPQ-P5; RMAM-P3
		Estranhamento dos alunos, falta de interesse	RMAQ-P3; RORB-P1
		Demanda maior tempo para o desenvolvimento	RPB-P5; RMAB-P1; RMAQ-P3; RMAB-P3; RMAM-P1; RMAM-P3
		Falta de material	
	Avaliação e modificação	Poderia ter avançado mais no conteúdo e nas discussões	RMAB-P1; RMAM-P1; RMAM-P2; RORM-P3; RMAB-P3
		O seminário poderia ter sido apresentado para toda escola	RMAM-P3; RMAB-P3
		Poderia ter dado maior tempo para a confecção das embalagens e para o cálculo do custo do chocolate	RMAM-P2

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

As potencialidades identificadas sinalizam que o desenvolvimento da prática de MCM possibilitou aos professores a realização de um trabalho cooperativo, a integração entre

os componentes curriculares e o compartilhamento de ideias. Reconhecemos a partir da fala das professoras a valorização do trabalho cooperativo, que proporciona o trabalhar junto, o estabelecimento de parcerias, o apoio do colega, as discussões, o compartilhamento de saberes, a confiança mútua e a corresponsabilidade pela condução das ações desenvolvidas. Esses aspectos são constitutivos da profissão docente e a partir deles é possível evoluir de uma matriz individual para uma matriz coletiva, como assinala Nóvoa (2017) e romper com o isolamento docente como aponta Imbernón (2010). Esses elementos estão apresentados nas passagens a seguir, e revelam a mobilização do saber da formação profissional e do saber disciplinar:

O trabalho em grupo, a colaboração, a parceria, as discussões, a escuta da opinião (RAM-P3).

[...] parceria, integração entre os componentes curriculares (RPB-P5).

Trocamos inicialmente ideias referentes ao assunto e que cada disciplina poderia trabalhar e nos encontramos na escola dentro do possível. Muitas vezes trocamos ideias por WhatsApp (RPQ-P4).

Conversamos e uma dava ideia para a outra quando lembrava de alguma coisa. Deveríamos ter mais aulas integradas (RPB-P4).

A prática de MCM, desenvolvida em conjunto com as professoras de Biologia e Química, também contribuiu para que as professoras compartilhassem saberes disciplinares, curriculares e experienciais, de modo que deixou de ser uma prática individual e passou a ser coletiva. Durante os ciclos de planejamento e ação da espiral autorreflexiva, os saberes docentes são mobilizados, compartilhados e ressignificados, a partir do olhar do outro. As passagens, a seguir, denotam o exposto:

Trabalhei os tipos de chocolate, a composição química de cada fórmula química, benefícios e malefícios (RQA-P2).

[...] rótulos, substâncias químicas, benefícios e malefícios para o corpo humano, a planta do cacaueteiro, pois estávamos estudando a célula vegetal e os tecidos daquela planta, os lipídios, as gorduras e os sais minerais (RBA-P1).

Comecei o desenvolvimento das atividades do chocolate, conversando e explicando a atividade, que o trabalho seria em conjunto com outras professoras de Biologia e Química (RMA-P1).

Nas passagens apresentadas, identificamos a mobilização do saber da formação profissional “comecei o desenvolvimento das atividades do chocolate, conversando e

explicando a atividade” (RMA-P1) e do saber disciplinar “substâncias químicas [...], pois estávamos estudando a célula vegetal e os tecidos daquela planta, lipídios, gorduras e sais minerais” (RAB-P1). Os excertos apresentados carregam a manifestação de mais de um saber, ou seja, quando as professoras respondem as perguntas da entrevista as suas falas vêm carregadas de saberes advindos de diferentes fontes e de suas experiências e vivências como assinala Tardif (2013).

As professoras assinalam que a prática desenvolvida possibilitou relacionar os conteúdos ensinados com um tema do cotidiano dos alunos e, assim, despertou o interesse deles, além de perceberem que os alunos ampliaram suas compreensões sobre os temas estudados, conforme as passagens a seguir:

[...] quando podemos associar teoria e prática os alunos demonstram um pouco mais de interesse e comprometimento em realizar o proposto (RORQ-P1).

Os alunos apresentaram evolução em seu conhecimento, até por que muitos não conheciam os vários tipos de chocolate e o que cada um possui em sua composição química (RORQ-P2).

Eles ficaram interessados, realizaram outras perguntas e fizeram outros questionamentos [...] (RORM-P3).

Percebi o envolvimento dos alunos na atividade proposta, principalmente na aula prática, na produção dos chocolates e na confecção das embalagens, foi um momento diferente das demais aulas, pois notei que se dedicaram mais, em função do tema ser do interesse deles (RORM-P1).

O trabalho em grupo foi envolvente e quando opinaram, percebi que entre eles se respeitavam, fazendo a escuta atenta à fala do colega (RORQ-P4).

A reflexão das professoras sobre a prática desenvolvida é constituída por avaliações positivas em relação ao interesse e ao envolvimento dos alunos e carrega consigo a pluralidade dos saberes que constituem a docência, incorporando as vivências e as experiências das professoras e o conhecimento dos seus alunos. O movimento reflexivo, que perpassa os ciclos da espiral autorreflexiva, é carregado do saber que o professor mobiliza a partir da sua prática e que se manifesta na ação e nas relações instituídas na sala de aula, de modo entrelaçado com os saberes disciplinares e curriculares.

Avaliei a realização das atividades a partir dos relatórios produzidos pelos alunos, anotações no caderno e percebi evolução na aprendizagem dos alunos, no sentido em que fizeram a seriação, a organização e a classificação das informações e dos ingredientes utilizados na aula prática e utilizando raciocínio lógico e proporcional (RORM-P2).

A partir do exposto, as professoras, ao textualizarem as potencialidades sobre a prática de MCM desenvolvida, mobilizam e revelam de forma explícita ou implícita, diferentes saberes docentes, os quais são ressignificados e incorporados novamente à prática docente num movimento dinâmico e contínuo.

Sobre os desafios, que necessitam ser transpostos, as professoras sinalizaram para questões referentes à carga horária, seguida do estranhamento de alguns alunos, da demanda de maior tempo para o desenvolvimento da prática e da falta de recursos na escola, conforme as passagens a seguir:

Devido à falta de horário, cargas horárias de professores diferenciadas, esse tipo de atividade está cada vez mais difícil de acontecer (RPQ-P5).

Os alunos quando são instigados, desafiados num momento inicial ficam um pouco incomodados, retraídos, mas acabam se envolvendo e acabam gostando (RMAQ-P3).

[...] que precisaria de mais tempo e conhecimentos mais aprofundados (RORM-P3).

A questão do tempo, em dar conta do conteúdo de aula paralelamente, e falta de material para o desenvolvimento da prática (RMAM-P3).

Os desafios identificados têm sido recorrentes nas pesquisas desenvolvidas (Silveira; Caldeira, 2012; Bonotto, 2017; Marmitt, 2021). Bassanezi (2013) denomina de *obstáculos instrucionais*, vinculados ao cumprimento do currículo estabelecido, visto que as atividades de modelagem demandam mais tempo para o seu desenvolvimento; e de *obstáculos para os estudantes*, visto que o envolvimento em atividades de modelagem implica em rupturas no modo como as aulas são realizadas e os alunos não estão acostumados com esse processo.

No entanto, de acordo com Schultz e Bonotto (2021, p. 109), os desafios que surgem durante as práticas de MCM “favorecem o desenvolvimento da criatividade das professoras e de sua autonomia, uma vez que, diante de tais desafios os professores movimentam seus saberes docentes no enfrentamento de tais situações”.

As professoras textualizam que poderiam ter avançado mais no conteúdo e nas discussões, que o seminário de apresentação dos alunos poderia ter sido realizado de modo diferente e que deveriam ter disponibilizado mais tempo para a confecção das embalagens e para o cálculo do custo de produção dos chocolates.

[...] realizaram outras perguntas e fizeram outros questionamentos, que precisaria de mais tempo e conhecimentos mais aprofundados (RORM-P3).

Eu faria algumas coisas diferentes na prática pedagógica, ampliaria mais as discussões após aula prática, e mais tempo para o desenvolvimento das embalagens e dos cálculos (RMAM-P2).

Apresentação do seminário, não só para eles da turma, e sim para a comunidade escolar (RMAB-P3).

As professoras apresentam que poderiam ter avançado mais com o conteúdo e as discussões que foram surgindo no decorrer do desenvolvimento das aulas, em função da falta de tempo hábil. Destacamos que foi possível estabelecer ligações entre os conteúdos de Biologia, Química e Matemática, no entanto, esbarra-se na questão do tempo para o aprofundamento dos conteúdos desenvolvidos em práticas de MCM, pois o processo envolve um ir e vir entre o tema/assunto, o contexto e o conhecimento, para que o aluno seja capaz de perceber, compreender e representar seus saberes.

A partir da compreensão de que a reflexão instituída permeia os ciclos da IFA, observamos que durante a prática de MCM, os alunos produziram embalagens para o armazenamento dos chocolates, mas não houve a socialização e a validação dos modelos de embalagens produzidos no sentido de, por exemplo, otimizar o custo das embalagens. Isso poderia ter sido melhor explorado e os alunos poderiam aperfeiçoar os modelos construídos e discutir melhorias.

Entretanto, fica subentendido na fala das professoras, que apesar da maior demanda de tempo e de trabalho, os resultados obtidos são positivos, tanto para o professor quanto para os alunos. Para o professor, pois ao realizar ensaios de novos modos de trabalho se motiva e para os alunos, que ao participarem dessa aula diferente se interessam e melhor aprendem, pois organizam seus pensamentos, formulam novos questionamentos, buscam informações em diferentes fontes, escrevem, organizam suas apresentações, desenvolvem argumentos, aprendem ouvir os colegas, aceitar e debater opiniões diferentes.

Sobre o desenvolvimento do seminário, que poderia ter sido realizado para toda a comunidade escolar, para apresentar o que foi aprendido sobre a relação custo e benefício do consumo do chocolate, fica como perspectiva para o desenvolvimento de uma nova espiral autorreflexiva, além da produção do chocolate o desenvolvimento do empreendedorismo dos alunos a partir da venda dos chocolates para os demais colegas, avaliando custos e lucros e inserindo a utilização de tecnologias.

Por fim, esse movimento de avaliação e de modificação da prática finaliza um ciclo da IFA e dá início a outro, num processo contínuo de aprender a ser professor e está ancorado nos saberes das nossas experiências a partir do que realizamos em conjunto, se transformando

“num discurso da experiência capaz de informar ou de formar outros docentes” (Tardif, 2013, p. 52).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A questão norteadora deste estudo consistiu em responder como os saberes docentes são mobilizados nos ciclos da espiral autorreflexiva constituída a partir do planejamento, do desenvolvimento, da observação e da reflexão da prática de MCM? Para tal, analisamos e discutimos as falas, na forma de entrevistas, de três professoras que atuam no Ensino Médio em uma rede estadual de ensino. O processo analítico permitiu respondermos à questão da pesquisa e a textualização dos resultados está apresentada em duas categorias que tratam do planejamento da prática de MCM e das reflexões das professoras sobre a prática desenvolvida. Na discussão dos resultados evidenciamos que as professoras mobilizam de modo entrelaçado, diferentes saberes docentes em suas falas sendo o saber da formação profissional o mais evidente. Esses saberes, no coletivo, são ressignificados a partir da visão do outro e passam a fazer parte do repertório de saberes dos professores.

A primeira categoria trata do planejamento da prática de MCM e textualiza as representações das professoras acerca do ato de planejar, constituindo-se como um orientador do trabalho do professor e para o qual elas adotam diferentes recursos como, livros didáticos, atividades disponíveis na internet e organização de mapas conceituais. Também assinalam dificuldades referentes à inclusão do contexto do aluno, elaboração de atividades diferentes e associar a teoria e a prática.

A segunda categoria apresenta as reflexões sobre a prática desenvolvida, revelando avaliações positivas das professoras sobre o trabalho cooperativo, a integração entre os componentes curriculares, o compartilhamento de ideias, a possibilidade de estabelecer relações com o cotidiano dos alunos por meio de práticas de MCM e de estabelecer relações entre a teoria e a prática. Reconheceram também a ampliação das compreensões dos alunos em relação ao tema estudado, o interesse deles durante o desenvolvimento da atividade, principalmente, no momento de produzir os chocolates e confeccionar as embalagens.

Nas reflexões apresentadas, as professoras também manifestam desafios referentes ao desenvolvimento da prática de MCM, assinalando para questões referentes ao estranhamento de alguns alunos. Entretanto, o que ficou mais evidente refere-se ao tempo para o planejamento e o desenvolvimento de tais práticas e preocupações com o cumprimento

do currículo, aspectos estes recorrentes nas pesquisas desenvolvidas que versam sobre Modelagem.

Nesse sentido, a constituição de espaços e de tempos que ajudem o professor a repensar a sua prática pedagógica e assumir uma atitude reflexiva em relação ao que ensinam e às condições sociais que exercem influência sobre seu trabalho são relevantes, e devem ser pensadas em conjunto com as universidades.

Entretanto, não basta o professor e as universidades assumirem esse compromisso formativo, também é necessário insistir na necessidade de ações governamentais para resgatar a valorização da profissão docente, proporcionar melhores salários e condições de trabalho, pois disso, depende, também, a qualidade dos processos educativos.

Os saberes docentes são mobilizados durante todo o processo da IFA, sendo o saber da formação profissional o que apresentou maior frequência, seguido do experiencial, disciplinar e curricular. No primeiro movimento da espiral – planejamento –, reconhecemos todas as tipologias apresentadas por Tardif (2013), sendo que o saber da formação profissional foi também o mais recorrente.

Compreendemos que o saber da formação profissional, o qual se subdivide em saberes das Ciências da Educação e saberes pedagógicos, juntamente com o experiencial, tenham sido os mais mobilizados, pois são constituídos a partir das reflexões que conduzem sistemas representativos e orientadores da prática educativa, a qual também é mediatizada pelas experiências advindas do exercício da profissão.

Por fim, acreditamos que os processos formativos devem entrelaçar o professor em movimentos coletivos de desequilíbrio, de questionamento e de reflexão crítica sobre sua prática e seu trabalho, a fim de que os professores tomem consciência da prática que desenvolvem e a façam com intencionalidade pedagógica e cientes de seu papel social.

Assinalamos para o desenvolvimento de novos processos investigativos à luz da IFA, intermediada pela MCM, a fim de que se amplie o estudo realizado com foco nos saberes docentes.

6 REFERÊNCIAS

ALARCÃO, Isabel. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

ALARCÃO, Isabel. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 1. ed. São Paulo: Edições 70, 2016.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2013.

BIEMBENGUT, Maria Salett. 30 anos de Modelagem Matemática na educação brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria – Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 7-32, 2009.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem na educação Matemática e na Ciência**. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sara 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. 310f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

BRASIL. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2000.

BREMM, Daniele. **O papel da sistematização de experiências no processo de investigação-formação-ação de professores de Ciências**. 2022. 161f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2022.

BRUM, Esttefani Duarte. **Práticas pedagógicas de modelagem na educação com professores de Ciências e Matemática**. 2023. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Fronteira Sul, 2023.

CARR, Wilfred; KEMMIS, Stephen. **Teoria crítica de la enseñanza: investigación-acción en la formación del profesorado**. Barcelona: Martinez Roca, 1988.

FARIAS, Maria Giovana Guedes; FARIAS, Gabriela Belmont de. Aplicação de mapas conceituais como ferramentas didático-pedagógicas na área de recursos e serviços de informação. **Biblios**, n. 63, p. 13-27, 2016.

GARCIA, Carlos Marcelo. A formação de professores: novas perspectivas baseadas na investigação sobre o pensamento do professor. In: NÓVOA, António (org.). **Os professores e sua formação**. 2. ed. Lisboa: Instituto Inovação Educacional, 1992.

GÜLLICH, Roque Ismael da Costa. **Investigação-formação-ação em Ciências: um caminho para reconstruir a relação entre livro didático, o professor e o ensino**. Curitiba: Prismas, 2013.

GÜLLICH, Roque Ismael da Costa. **O livro didático, o professor e o ensino de Ciências: um processo de investigação-formação-ação**. 2012. 263f. Tese (Doutorado em Educação nas Ciências) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2012.

IBIAPINA, Ivana Maria Lopes de Melo. **Pesquisa colaborativa**: investigação, formação e produção de conhecimentos. Brasília: Líber Livro Editora, 2008.

IMBERNÓN, Francisco. **Formação continuada de professores**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

JUSTI, Rosária. La enseñanza de Ciencias basada en la elaboración de modelos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 24, n. 2, p. 73-184, 2006.

KIEREPKA, Janice Silvana Novakowski; BREMM, Daniele; GÜLLICH, Roque Ismael da Costa. O processo investigativo-reflexivo como propulsor da constituição docente. **Revista Prática Docente**, v. 4, n. 2, p. 791-809, dez. 2019.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994.

MARMITT, Rosi Kelly Regina. **Os movimentos formativos de professores em atividades de modelagem nas Ciências e Matemática**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2021.

MARMITT, Rosi Kelly Regina; BONOTTO, Danusa de Lara. Os saberes docentes mobilizados em atividades de Modelagem nas Ciências e Matemática. **Contexto & Educação**, ano 38, n. 120, p. 1-20, 2023.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. 21. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2002.

NÓVOA, António. Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente. **Cadernos de Pesquisa**, v. 47, n. 166, p. 1106-1133, 2017.

NUNES, Amisson dos Santos; ADORNI, Dulcinéia da Silva. O ensino de Química nas escolas da rede pública de Ensino Fundamental e Médio do município de Itapetinga – BA: o olhar dos alunos. In: ENCONTRO DIALÓGICO TRANSDISCIPLINAR, 2010, Vitória da Conquista, BA. **Anais [...]**. Vitória da Conquista, BA, 2010.

PIMENTA, Selma Garrido; GHEDIN, Evandro (orgs.). **Professor reflexivo no Brasil**: gênese e crítica de um conceito. São Paulo: Cortez, 2002.

PORLÁN, Rafael; MARTÍN, José. **El diario del profesor**: un recurso para investigación en el aula. Sevilla: Díada, 2001.

SCHÖN, Donald A. **Educando o profissional reflexivo**: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SCHÖN, Donald A. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, António. **Os professores e a sua formação**. 1. ed. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

SCHULTZ, Adriane Kis; BONOTTO, Danusa de Lara. Scientific modeling and science literacy in early childhood: a review study. **Actio: Docência em Ciências**, v. 6, n. 1, p. 1-19, 2021.

SILVEIRA, Everaldo; CALDEIRA, Ademir Donizeti. Modelagem na sala de aula: resistências e obstáculos. **Bolema**, v. 26, n. 43, p. 249-275, 2012.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Rio de Janeiro: Vozes, 2013.

TARDIF, Maurice; LESSARD, Claude. **O trabalho docente**: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas. 4. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2008.

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.

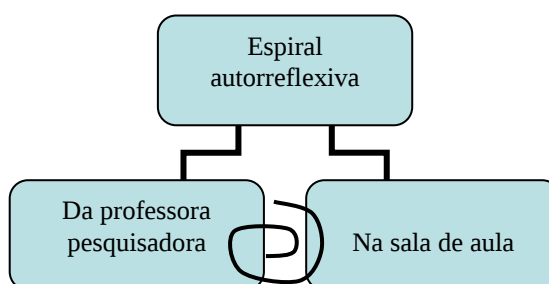
ZEICHNER, Kenneth M. **A formação reflexiva de professores**: ideias e práticas. Lisboa: Educa, 1993.

ZEICHNER, Kenneth M. Uma análise crítica sobre a “reflexão” como conceito estruturante na formação docente. **Educ. Soc.**, v. 29, n. 103, p. 535-554, 2008.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Iniciamos este capítulo retomando o problema desta pesquisa, o qual consiste no primeiro ciclo da espiral autorreflexiva da professora pesquisadora e está assim formulado: Quais as implicações do desenvolvimento de uma prática pedagógica fundamentada no processo de MCM, pelo viés da IFA, no cenário da sala de aula? Assim, temos a partir da IFA, a constituição de duas espirais autorreflexivas conforme apresentamos na Figura 6:

Figura 6 – A constituição das espirais autorreflexivas



Fonte: Organizado pela autora (2024).

A figura anterior apresenta dois movimentos: 1) da professora pesquisadora que desenvolve esta pesquisa e 2) na sala de aula envolvendo a professora pesquisadora, as colaboradoras e os alunos e os elementos que circundam os processos de ensino e de aprendizagem. Destacamos que esses movimentos se constituem de forma entrelaçada e se fundem num ciclo da IFA que apresenta os resultados da pesquisa e denotam a reflexão acerca das implicações do desenvolvimento da prática de MCM no cenário da sala de aula.

Esses movimentos estão apresentados nos Capítulos 2, 3 e 4. O estudo de revisão (Capítulo 2) e a compreensão do desenvolvimento de uma prática de MCM à luz da AC (Capítulo 3) denotam as implicações da implementação da prática de MCM na sala de aula ao olhar para os alunos e, o Capítulo 4, marca as implicações da prática de MCM na perspectiva das professoras participantes completando, portanto, as implicações no cenário da sala de aula.

Destacamos que o estudo de revisão assinalou para a escassez de dissertações e teses brasileiras que articulam práticas de MCM à luz da AC pela via da IFA. Desse modo, acreditamos que, nesse sentido, esta pesquisa tem relevância para a área de Ensino de Ciências e Matemática.

O planejamento, o desenvolvimento e a reflexão da prática de MCM constitui-se um movimento de pesquisar a própria prática e de compreender o professor como produtor de

conhecimento e é também um movimento de aprendizagem da professora pesquisadora e das colaboradoras e, portanto, tem implicações teóricas e práticas, as quais transcendem a racionalidade técnica.

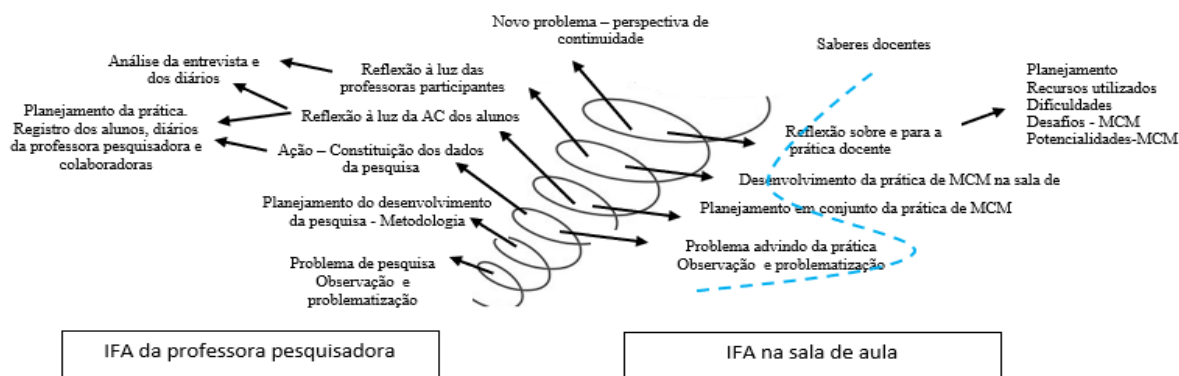
À luz do desenvolvimento da AC, o Capítulo 3 marca o processo reflexivo da professora pesquisadora de sua prática ao analisar a implementação da prática de MCM com seus alunos e reconhecer elementos que favorecem o desenvolvimento da AC, ampliando as pesquisas desenvolvidas na área, posto que, no estudo de revisão não foi reconhecida nenhuma pesquisa com essa perspectiva.

A constituição da espiral autorreflexiva da professora pesquisadora, deixa de ser apenas dela, e passa a ser também das professoras colaboradoras. O Capítulo 4 denota as implicações do desenvolvimento da prática de MCM na perspectiva das professoras participantes e apresenta um movimento reflexivo referente ao planejamento realizado, os recursos e dificuldades encontradas. Além disso, as professoras realizam avaliações sobre a prática desenvolvida textualizando potencialidades e desafios, estes recorrentes nas pesquisas já desenvolvidas. Os ciclos da IFA materializados no planejamento, na ação, observação e reflexão – avaliação e modificação da prática de MCM instituem um movimento de mobilização e transformação de saberes docentes.

Nesse sentido, o professor como um profissional que mobiliza e desenvolve saberes específicos a partir da própria prática e das experiências cotidianas no exercício da docência, reconstrói sua prática e reconstrói a si próprio, ressignificando seus saberes, ou seja, a construção de seus saberes é uma ação coletiva desenvolvida na escola, espaço este onde se produzem saberes adquiridos pela reflexão, pela experiência coletiva entre os professores, ou individualmente no seu trabalho cotidiano. Ou seja, a escola se caracteriza como espaço de trabalho, de produção de saberes, inovação das práticas e partilha de experiências e de saberes docentes. Destacamos a compreensão de que estes saberes são plurais e que são construídos e validados pelos professores nos contextos formativos, nas experiências vividas e nas práticas cotidianas.

A Figura 7 denota a constituição da espiral autorreflexiva da professora pesquisadora que busca compreender as implicações do processo de MCM no cenário da sala de aula e a IFA instituída na sala de aula a partir do planejamento, desenvolvimento, observação e reflexão da prática desenvolvida pelas professoras, considerando a reflexão como categoria formativa e, portanto, presente na constituição e no desenvolvimento da espiral (Güllich, 2013).

Figura 7 – Espiral autorreflexiva da professora pesquisadora das professoras colaboradoras



Fonte: Organizado pela autora (2024).

A Figura 7, apresentada anteriormente, mostra como os ciclos da espiral autorreflexiva vão evoluindo e se tornando mais complexos à medida que o processo de pesquisa avança. Compreendemos que a IFA se configura como um modelo de formação, onde os sujeitos são considerados pesquisadores de sua própria prática e, por todo o processo, perpassa a reflexão sobre e para a prática docente. Durante a constituição dos ciclos da espiral, revelam-se elementos importantes da prática docente, como o planejamento, os recursos e estratégias utilizadas pelas professoras, a importância atribuída ao trabalho coletivo, a articulação das diferentes áreas, as potencialidades e os desafios de práticas de MCM e isso tudo é atravessado pelos saberes docentes que são mobilizados, ampliados e ressignificados no trabalho com o outro colega.

Destacamos o movimento de repensar e de buscar por mudanças na prática pedagógica de modo a qualificar os processos de ensinar e de aprender. Acreditamos que é possível modificar a forma de pensar e agir dos alunos por meio da MCM.

Nesse momento, peço licença aos leitores para usar a primeira pessoa do singular e completar mais um ciclo da espiral autorreflexiva da professora pesquisadora, o meu olhar para o movimento de pesquisa e para a prática desenvolvida.

Sobre a prática de MCM desenvolvida, reconheço que foi uma atividade diferenciada que inseri nas minhas aulas e que contribuiu para despertar o interesse dos alunos. Nesse movimento, o processo de MCM permite também ao professor aprender e ensinar, ao passo que modifica suas concepções de ensino e de seus alunos, os quais passam a ser vistos como sujeitos interativos nos processos de ensino e de aprendizagem.

Durante o desenvolvimento da prática pedagógica, foi possível desenvolver os conteúdos e conceitos de forma colaborativa e contextualizada, bem como, foi possível o

entrelaçamento das disciplinas das áreas das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Além disso, foi possível desenvolver nos alunos competências e habilidades como compreender, interpretar, analisar, argumentar e avaliar situações. Tirar suas conclusões, tomar decisões e generalizar conceitos favorecendo desse modo o desenvolvimento da alfabetização científica.

Sobre as dificuldades apresentadas no decorrer do desenvolvimento da prática de MCM destaco a questão do tempo. Os períodos de aula não eram suficientes para a realização de todas as atividades e isso no meu ponto de vista influenciou decisivamente no nível de aprofundamento dos conteúdos, visto que a MCM requer tempo para diferentes momentos: pesquisas, análises e seleção de dados, discussões sobre o tema em estudo, elaboração e resolução das situações-problemas e das atividades e, ainda, a análise crítica das soluções.

Posso afirmar que como professora aprendi muito com essa experiência, pois em cada fase vivenciada, apresentaram-se dificuldades, podendo salientar que os problemas trazidos na prática pedagógica pelos alunos e o modo de como superá-los sem dar a resposta pronta a eles, exigiu bastante estratégia e paciência para criar situações de aprendizagem onde o protagonista era o aluno.

A partir dos entrelaçamentos entre a MCM, AC e IFA fui compreendendo que poderia melhorar a minha postura, orientando e interagindo mais com os alunos, tendo uma postura mais ativa, questionadora, que muito se aproxima da postura de um pesquisador, sendo que, entendo que ao utilizar a Modelagem foi necessário ter uma postura diferenciada, realizar um olhar mais atento ao aluno, tornando-o protagonista de sua aprendizagem.

Sobre o processo de pesquisa, a construção desta dissertação contribuiu com a minha formação pessoal e profissional, pois, a partir dela, passei a refletir na possibilidade de contribuir para a melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem dos alunos nas escolas nas quais sou professora, além de refletir sobre a minha prática, na perspectiva de transformá-la e buscar compreender as questões ligadas ao Ensino de Ciências e Matemática.

Durante a integralização do curso de Mestrado, as dificuldades foram surgindo, entretanto, foram sendo superadas a partir das orientações, com a ajuda dos colegas e dos professores. Nesse contexto, ampliei meus conhecimentos acerca do que é pesquisa, das metodologias e procedimentos de análise de dados. As leituras realizadas nos componentes curriculares, os referenciais teóricos estudados e a participação em eventos, ajudaram a ampliar os meus conhecimentos e adquirir outras experiências.

Destaco que ao ingressar no Mestrado em Ensino de Ciências, eu desconhecia os pressupostos da MCM e da abordagem inovadora proporcionada pela IFA as quais que me instigaram a refletir sobre a minha prática de sala de aula.

Saliento que, apesar dos desafios para a concretização desta dissertação, este trabalho proporcionou entender na prática que o meu papel deve ir além de levar o conhecimento para a sala de aula e, que cabe a mim, como professora, auxiliar os alunos na construção do conhecimento, orientando-os e tornando o ensino mais proveitoso e a aprendizagem mais instigante e motivadora, com uma ação ética e responsável no que tange superar os obstáculos e conquistar a melhoria de condições de trabalho. É preciso, para isso, desenvolver cada vez mais, a postura reflexiva sobre prática que desenvolvo e acredito que a IFA é um caminho que possibilita isso.

Sei que um texto nunca está acabado, que tem continuidade a partir das novas experiências, leituras e estudos que realizo, mas por ora é preciso finalizar este, e ao fazê-lo, passa um filme em minha cabeça. Desde o início, do desenvolvimento desta pesquisa, foi uma jornada enriquecedora que me inspirou a ultrapassar os limites tradicionais da prática docente. Essa experiência não apenas me proporcionou ferramentas valiosas para aprimorar minha prática, mas, também me encorajou repensar meu método de trabalho, diante da busca por um ambiente de ensino que oportunize processos de ensino e de aprendizagem mais qualificados. E como forma de ampliar os saberes incorporados ao meu repertório de saberes docentes, bem como, os resultados que foram encontrados, pretendo continuar a problematizar e investigar os problemas da prática em sala de aula, planejar intencionalmente novas práticas de MCM e avaliar os indicadores da AC, bem como, investir na perspectiva de que o meu contexto de trabalho constitui um espaço e tempo de autoformação e de produção de saberes. Além disso, perseverar na ideia de rompimento do isolamento docente e desenvolver planejamentos mais colaborativos e integrados com as demais disciplinas na perspectiva de desenvolvimento do aluno em suas multidimensionalidades. Finalizo esta dissertação transformada!

REFERÊNCIAS

ALARCÃO, Isabel. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 1. ed. São Paulo: Edições 70, 2016.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2006.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Modelagem Matemática: teoria e prática**. São Paulo: Contexto, 2015.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem na Educação Matemática e na Ciência**. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem no Ensino Fundamental**. Blumenau: Edifurb, 2014.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sara 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. 310f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Secretários de Educação. União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CEB nº 3, de 26 de junho de 1998**. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2002.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 3. ed. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2003.

DOMINGO, José Contreras. La investigación en la acción. **Cuadernos de Pedagogia**, n. 224, p. 7-31, 1994.

GARCIA, Carlos Marcelo. A formação de professores: novas perspectivas baseadas na investigação sobre o pensamento do professor. *In*: NÓVOA, António (org.). **Os professores e sua formação**. 2. ed. Lisboa: Instituto Inovação Educacional, 1992.

GILBERT, John K.; JUSTI, Rosária. **Modelling-based Teaching in Science Education**. Basel, Switzerland: Springer International Publishing, 2016.

GÜLLICH, Roque Ismael da Costa. **Investigação-formação-ação em Ciências**: um caminho para reconstruir a relação entre livro didático, o professor e o ensino. Curitiba: Prismas, 2013.

GÜLLICH, Roque Ismael da Costa. **O livro didático, o professor e o Ensino de Ciências**: um processo de investigação-formação-ação. 2012. 263f. Tese (Doutorado em Educação nas Ciências) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2012.

JUSTI, Rosária. La enseñanza de Ciencias basada en la elaboración de modelos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 24, n. 2, p. 173-184, 2006.

KIEREPKA, Janice Silvana Novakowski; BREMM, Daniele; GÜLLICH, Roque Ismael da Costa. O processo investigativo-reflexivo como propulsor da constituição docente. **Revista Prática Docente**, v. 4, n. 2, p. 791-809, dez. 2019.

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 37-50, jun. 2001.

MALDANER, Otavio Aloisio. **A formação inicial e continuada de professores de Química**: professores/pesquisadores. 2. ed. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2003.

MALDANER, Otavio Aloisio. Formação de professores para um contexto de referência conhecido. *In*: NERY, Belmayr Knopki; MALDANER, Otavio Aloisio (orgs.). **Formação de professores**: compreensões em novos programas e ações. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2014.

PORLÁN, Rafael; MARTÍN, José. **El diario del profesor**: um recurso para investigación em el aula. Sevilla: Díada, 1997.

RADETZKE, Franciele Siqueira; GÜLLICH, Roque Ismael da Costa; EMMEL, Rúbia. A constituição docente e as espirais autorreflexivas: investigação-formação-ação em Ciências. **Vitruvian Cogitationes**, v. 1, n. 1, p. 65-83, 2020.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, p. 333-352, 2008.

SCHULTZ, Adriane Kis; BONOTTO, Danusa de Lara. Scientific modeling and science literacy in early childhood: a review study. **Actio: Docência em Ciências**, v. 6, n. 1, p. 1-19, 2021.

SILVA, Fernando Siqueira da; CATELLI, Francisco. Os modelos nas Ciências: traços da evolução histórico-epistemológica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 4, 2019.

UFFS – UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL. Sistema de Bibliotecas.
Manual de trabalhos acadêmicos. 3. ed. rev. atual. e ampl. Chapecó, 2020.

ZABALZA, Miguel Angel. **Diários de aula:** um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

GLOSSÁRIO

Alfabetização Científica: apropriação dos conhecimentos científicos por parte da sociedade.

APÊNDICE A – Texto: “Dia do Chocolate: Como o Brasileiro Consome Chocolate”



Fonte: <https://blog.betway.com/pt/cassino/dia-do-chocolate-como-o-brasileiro-consome-chocolate/>.

Questões

- 1) Como você consome chocolate?
- 2) O que você sabe sobre o chocolate?
- 3) Qual é sua origem?
- 4) Onde podemos encontrar o chocolate?
- 5) Quais os tipos de chocolate?

APÊNDICE B – Vídeo: “Como é a Produção de Chocolates Artesanais”



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=KEvn4wp2fMU>.

APÊNDICE C – Entrevista

Planejamento

- 1) Conte como você costuma realizar o teu planejamento.
- 2) Que materiais utiliza para orientar teu plano de aula e quais elementos considera no momento de planejar a aula?
- 3) Você encontra dificuldades para planejar suas aulas? Quais?
- 4) Poderia falar um pouco sobre o planejamento realizado em colaboração com as professoras de Química, Biologia e Matemática referente à atividade do chocolate.
- 5) Você já havia desenvolvido um planejamento semelhante com outras colegas, comente um pouco. Apresente aspectos positivos e negativos acerca do planejamento realizado.

Ação

- 1) Conte como foi o desenvolvimento da atividade do chocolate na sua aula, desde o início até a conclusão. (Passo a passo – desde o objetivo inicial).
- 2) Cite os conteúdos abordados a partir da prática pedagógica realizada.
- 3) Como você realizou as anotações sobre a atividade desenvolvida?
- 4) O que foi produzido pelos alunos durante e no final da atividade? (É necessário elas falarem sobre as atividades que os alunos fizeram).

Observação e Reflexão

- 1) Você percebeu o envolvimento (interação) dos alunos na atividade proposta? Foi diferente das demais aulas que você ministrou? Por quê? Fale um pouco sobre isso.
- 2) Como você avaliou a realização da atividade? Que critérios avaliativos utilizou? Você acha que eles aprenderam o conteúdo abordado? Você percebeu evolução na aprendizagem dos alunos? Em que sentido?
- 3) A partir da atividade realizada você percebeu que os alunos ficaram interessados, realizaram outras perguntas que extrapolou o teu planejamento, relacionaram o discutido na atividade com o contexto/realidade deles?
- 4) Para além dos conceitos disciplinares trabalhados, o que mais você destaca para a formação científica e cidadã do aluno, a partir da atividade desenvolvida? Como foi o trabalho em grupo? Eles respeitaram a opinião dos colegas? Conflitos na hora da prática, como resolveram?

Modificação e Avaliação

- 1) O que você como professora, tem a dizer sobre as atividades realizadas?
- 2) Se você fosse desenvolver essa prática pedagógica novamente, o que você faria diferente?
Por quê?
- 3) Quais as potencialidades e os desafios encontrados durante a atividade desenvolvida?
- 4) A atividade desenvolvida te ajudou a repensar a tua prática pedagógica? Como?
- 5) A partir da atividade desenvolvida o que você compreendeu sobre modelo e sobre o processo de modelagem?

**APÊNDICE D – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para Pais de Menores
Envolvendo Pesquisas em Instituições Educativas**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, ____ anos, Endereço: _____, responsável pela criança _____, na qualidade de _____, fui esclarecido(a) sobre o trabalho de pesquisa intitulado: **“A investigação-formação-ação e práticas pedagógicas de Modelagem nas Ciências e Matemática no Ensino Médio”**, a ser desenvolvido pela mestrandia Valquiria Ottonelli Hanauer, do Curso de Mestrado Acadêmico, no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC), sob orientação da Profa. Dra. Danusa de Lara Bonotto, da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS).

Estou ciente que a mestrandia e a orientadora acima referidas observarão a participação e o envolvimento do estudante, utilizando suas produções escritas durante as aulas nas quais serão desenvolvidas práticas de Modelagem nas Ciências e Matemática (MCM).

Em nenhum momento o estudante será identificado. A pesquisa tem como objetivo compreender as implicações do desenvolvimento das práticas pedagógicas fundamentadas no processo de MCM, pelo viés da Investigação-Formação-Ação (IFA), no cenário da sala de aula e se justifica visto a necessidade de favorecer processos de ensino e aprendizagem mais interativos, os quais potencializem a formação de cidadãos responsáveis e críticos, com capacidade de atuar e transformar a realidade.

Por se tratar de pesquisa que requer participação dos sujeitos em diferentes momentos da rotina escolar, no diálogo a ser estabelecido, os participantes poderão apresentar constrangimento ou desconforto durante o desenvolvimento da pesquisa. Caso isso ocorra, a pesquisadora buscará mediar o diálogo, minimizando possíveis desconfortos que possam surgir e cada um dos participantes terá autonomia de expressão, sendo preservado o respeito entre ambos no decorrer das interações e sendo valorizado o cuidado com o outro. Caso algum risco venha ocorrer com relação à participação dos alunos eles serão informados que poderão solicitar afastamento da ação e cancelar a participação na pesquisa ou, ainda, a atividade será programada para outro momento em que os participantes sentirem-se de maneira adequada para a participação.

Os benefícios para os participantes da pesquisa, em curto prazo, poderão não ser observados, mas se darão pela via do desenvolvimento de habilidades de leitura e de escrita e da capacidade de raciocínio, representação, comunicação e argumentação, essenciais para que eles compreendam e interpretem o mundo (natural, social e tecnológico). Além disso, a partir da participação na pesquisa, o senso crítico e argumentativo dos alunos será desenvolvido, fortalecido e qualificado e isso refletirá, a longo prazo, no comportamento e na participação dele enquanto cidadão na comunidade na qual está inserido.

Os procedimentos a serem realizados com os estudantes comporão a sequência didática a ser desenvolvida com os alunos, a qual se dará por meio de três etapas: 1) Inicialmente, a professora seleciona um tema para estudo e busca despertar o interesse dos alunos, por meio do reconhecimento de suas compreensões iniciais sobre o tema. Isso se dará por meio das interações discursivas na sala de aula; 2) Na sequência você irá realizar uma busca de informações sobre o tema proposto, apresentando dados que possam contribuir com a resolução do problema que será proposto; 3) Na terceira etapa você organizará suas aprendizagens e apresentará à professora na forma de um texto. Em todas as etapas os alunos serão expostos às situações-problema e produzirão textos, os quais constituirão o material empírico de análise.

Os pesquisadores farão o possível para que a pesquisa não afete a rotina da turma e para prevenir alterações no comportamento dos adolescentes. Da mesma forma, se compromete a respeitar as normas da instituição de ensino.

Por ser este estudo de caráter puramente científico, os resultados serão utilizados somente como dados da pesquisa e o nome das famílias, dos alunos e das professoras envolvidos não será divulgado.

A devolutiva dos resultados da pesquisa se dará por meio do relatório da pesquisa, produzido na forma de artigo científico, além de uma reunião a ser realizada na escola, para a qual a comunidade escolar será convidada (especialmente os pais e as crianças participantes da pesquisa), a fim de socializar a pesquisa e os resultados obtidos.

Estou ciente que, se em qualquer momento me sentir desconfortável com a realização da pesquisa poderei retirar este consentimento sem qualquer prejuízo para mim ou para o adolescente. Fui esclarecido(a) também que, no momento em que eu desejar de maiores informações sobre esta pesquisa, mesmo após sua publicação, poderei obtê-las, entrando em contato com a mestrande ou a sua orientadora, nos seguintes telefones e/ou endereço:

Valquiria Ottonelli Hanauer – Av. Pedro Dutra, nº 999 – Bairro Nichele – CEP: 98690-000 – São Martinho/RS – Fone: (55) 9.9661-9941 – E-mail: valquiria.ottonelli@gmail.com;

Danusa de Lara Bonotto – Rua Jacob Reinaldo Haupenthal, nº 1580 – Cerro Largo/RS – Fone: (55) 3359-3950.

Sendo a participação de todos os adolescentes totalmente voluntária, estou ciente de que não terei direito à remuneração. Também fui esclarecida(o) de que, se tiver alguma dúvida, questionamento ou reclamação, poderei me comunicar com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFFS, utilizando o seguinte contato: Rodovia SC 484 – Km 02 – Fronteira Sul – CEP: 89815-899 – Chapecó/SC – Bloco da Biblioteca – Sala 310 – 3º Andar – Fone: (49) 2049-3745 – E-mail: cep.uffs@uffs.edu.br.

CAAE: 63234522.2.0000.5564

Número do Parecer de Aprovação no CEP/UFFS:

Data de Aprovação:

Por estar de acordo com a participação do adolescente pela qual sou responsável, assino este termo em duas vias, sendo que uma ficará em meu poder e a outra será entregue aos pesquisadores.

Autorizo a participação da criança pela qual sou responsável.

Chapecó, _____ de _____ de 2022

Assinatura (de acordo)

Os pesquisadores, abaixo-assinados, se comprometem a tomar os cuidados e a respeitar as condições estipuladas neste termo.

Valquiria Ottnelli Hanauer
Pesquisadora Responsável

Danusa de Lara Bonotto
Pesquisadora

Os pesquisadores deverão assinar no final e rubricar as páginas anteriores.

**APÊNDICE E – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
para Maiores de 18 Anos – Caso Geral**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado participante!

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa **“A investigação-formação-ação e práticas pedagógicas de Modelagem nas Ciências e Matemática no Ensino Médio”**, desenvolvida por Valquiria Ottonelli Hanauer, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC), da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus* de Cerro Largo, sob orientação da Profa. Dra. Danusa de Lara Bonotto.

O objetivo central do estudo consiste em compreender as implicações do desenvolvimento de práticas pedagógicas fundamentadas no processo de Modelagem nas Ciências e Matemática (MCM), pelo viés da Investigação-Formação-Ação (IFA), no cenário da sala de aula. A pesquisa se justifica, visto a necessidade de favorecer processos de ensino e aprendizagem mais interativos, nos quais os alunos sintam-se (co)responsáveis pela sua aprendizagem, a fim de que se tornem cidadãos críticos, capazes de intervir e transformar a realidade.

O convite para a sua participação se deve, visto que você compõe o corpo docente da Escola Estadual de Educação Básica São Martinho, pertencente à 21ª Coordenadoria Regional de Educação do Estado do Rio Grande do Sul, a qual a pesquisa será desenvolvida com os alunos do primeiro ano do Ensino Médio. Desse modo, suas informações e seus conhecimentos contribuirão para o desenvolvimento de práticas de modelagem nesta etapa de ensino. Durante a pesquisa utilizaremos a sua narrativa textualizada em forma de diários das aulas nas quais a prática de modelagem será realizada com os alunos.

Sua participação não é obrigatória e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como, desistir da colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação e sem nenhuma forma de penalização. Você não será penalizado de nenhuma maneira caso decida não consentir sua participação ou desista da mesma. Contudo, ela é muito importante para a execução da pesquisa.

Você não receberá remuneração e nenhum tipo de recompensa nesta pesquisa, sendo sua participação voluntária.

Serão garantidas a confidencialidade e a privacidade das informações por você prestadas. Qualquer dado que possa identificá-lo será omitido na divulgação dos resultados da pesquisa e o material armazenado em local seguro.

A qualquer momento, durante a pesquisa ou, posteriormente, você poderá solicitar da pesquisadora informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados neste Termo.

A sua participação consistirá na produção escrita do diário das aulas nas quais a prática de MCM será implementada.

O tempo de duração prática é de aproximadamente doze horas e cinquenta minutos.

Ao final da pesquisa, todo material será mantido em arquivo, físico ou digital, serão arquivados e após o tempo de guarda (cinco anos), serão eliminados (deletados) pela responsável, ou seja, pela pesquisadora.

O benefício indireto relacionado a sua colaboração nesta pesquisa consiste em dar visibilidade no reconhecimento em relação ao desenvolvimento de práticas pedagógicas de MCM e, de modo direto, você ampliará seus conhecimentos sobre a temática e terá a possibilidade do desenvolvimento de uma proposta interdisciplinar a qual propõe o aluno como protagonista de sua aprendizagem e, a longo prazo, esse movimento pode favorecer transformações na sua prática pedagógica e qualificar os processos de ensino e aprendizagem.

Por se tratar de pesquisa que requer participação dos sujeitos por meio de análise da produção dos diários de aula, os participantes poderão apresentar constrangimento ou desconforto. Caso isso ocorra, a pesquisadora buscará mediar o diálogo, minimizando possíveis desconfortos que possam surgir e cada um dos participantes terá autonomia de expressão, sendo preservado o respeito entre ambos no decorrer das interações e sendo valorizado o cuidado com o outro. Caso algum risco venha ocorrer com relação à participação dos professores, eles serão informados que poderão solicitar afastamento da ação e cancelar a participação na pesquisa ou, ainda, a atividade será programada para outro momento em que os participantes sentirem-se de maneira adequada para a participação.

Os resultados serão divulgados em eventos e/ou publicações científicas, mantendo sigilo dos dados pessoais. A devolutiva dos resultados da pesquisa se dará por meio do relatório da pesquisa, produzido na forma de artigo científico e de encontros com os professores participantes a ser realizado na escola no qual a pesquisa será desenvolvida.

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: **Valquiria Ottonelli Hanauer** – Av. Pedro Dutra, nº 999 – Bairro Nichele – CEP: 98690-000 – São Martinho/RS – Fone: (55) 9.9661-9941 – E-mail: valquiria.ottonelli@gmail.com; **Danusa de**

Lara Bonotto – Rua Jacob Reinaldo Haupenthal, nº 1580 – Cerro Largo/RS – Fone: (55) 3359-3950; ou **Comitê de Ética em Pesquisa da UFFS** – Rodovia SC 484 – Km 02 – Fronteira Sul – CEP: 89815-899 – Chapecó/SC – Bloco da Biblioteca – Sala 310 – 3º Andar – Fone: (49) 2049-3745 – E-mail: cep.uffs@uffs.edu.br.

Caso concorde em participar, uma via deste termo ficará em seu poder e a outra será entregue ao pesquisador. Não receberá cópia deste termo, mas apenas uma via. Desde já agradecemos sua participação!

CAAE: 63234522.2.0000.5564

Número do Parecer de Aprovação no CEP/UFFS:

Data de Aprovação:

São Martinho, _____ de _____ de 20____

Valquiria Ottnelli Hanauer

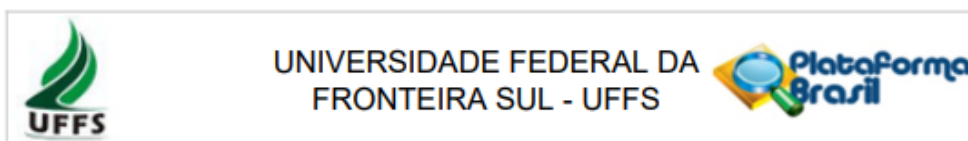
Pesquisadora Responsável

Declaro que entendi os objetivos e as condições de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Nome completo do participante: _____

Assinatura: _____

ANEXO A – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: A INVESTIGAÇÃO-FORMAÇÃO-AÇÃO E PRÁTICAS PEDAGÓGICAS DE MODELAGEM NAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO

Pesquisador: VALQUIRIA OTTONELLI HANAUER

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 63234522.2.0000.5564

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL - UFFS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.732.644

Apresentação do Projeto:

Transcrição: Resumo:

O objetivo deste projeto é compreender as implicações do desenvolvimento das práticas pedagógicas fundamentadas no processo de Modelagem nas Ciências e Matemática, pelo viés da Investigação-Formação-Ação, no cenário da sala de aula. A abordagem da pesquisa é qualitativa. Os sujeitos da pesquisa são doze alunos do nível médio de ensino (1º ano) da Escola Estadual de Educação Básica São Martinho, localizada no município de São Martinho, RS, a professora pesquisadora e duas professoras da área de Ciências da Natureza, de modo específico de Biologia e Química. A constituição dos dados se dará mediante o desenvolvimento de uma prática pedagógica, desenvolvida pelo viés da IFA e fundamentada nos pressupostos da MCM. Tal prática será planejada com a colaboração dos professores de Biologia e Química que atuam na mesma turma, a qual a professora pesquisadora é regente na disciplina de Matemática. Buscamos, a partir da pesquisa realizada, promover o desenvolvimento da AC por meio de práticas pedagógicas de Modelagem nas Ciências e Matemática, bem como, potencializar movimentos reflexivos sobre e para a prática pedagógica.

Comentário: adequado

Transcrição: Hipótese:

Endereço: Rodovia SC 484 Km 02, Fronteira Sul - Bloco da Biblioteca - sala 310, 3º andar
Bairro: Área Rural **CEP:** 89.802-112
UF: SC **Município:** CHAPECO
Telefone: (49)2049-3745 **E-mail:** cep.uffs@uffs.edu.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DA
FRONTEIRA SUL - UFFS



Continuação do Parecer: 5.732.644

Nossa hipótese é que o desenvolvimento de uma prática pedagógica baseada nos pressupostos da Modelagem nas Ciências e Matemática favorece o desenvolvimento de posturas e abordagens interdisciplinares por parte dos professores e possibilita aos alunos a compreensão e resolução de um problema à luz dos conhecimentos científicos, favorecendo desse modo, o desenvolvimento da Alfabetização Científica. Ainda, pelo viés da Investigação-Formação-Ação (IFA), o planejamento, desenvolvimento, observação e reflexão da prática desenvolvida deve marcar um movimento de reflexão sobre a minha própria prática pedagógica e acenar para as potencialidades e limitações da inserção de práticas de Modelagem nas Ciências e Matemática (MCM) na sala de aula.

Comentário: adequado

Objetivo da Pesquisa:

Transcrição: Objetivo Primário:

Compreender as implicações do desenvolvimento das práticas pedagógicas fundamentadas no processo de Modelagem nas Ciências e Matemática, pelo viés da Investigação-Formação-Ação, no cenário da sala de aula

Comentário: adequado

Transcrição: Objetivo Secundário:

- Mapear pesquisas realizadas envolvendo as temáticas: Investigação-Formação-Ação e Modelagem nas Ciências e Matemática, com atenção para aquelas que desenvolveram práticas de modelagem no nível médio de ensino, na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações disponibilizada no Instituto Brasileiro de Informação e Tecnologia (IBICT).
- Compreender como a AC emerge em práticas pedagógicas de MCM, no Ensino Médio.
- Compreender as transformações na, sobre e para a prática pedagógica advindas do planejamento, desenvolvimento, observação e reflexão, avaliação e modificação da prática de Modelagem nas Ciências e Matemática.
- Compreender as potencialidades e desafios acerca da inserção de práticas de MCM na sala de aula

Comentário: adequado

Endereço: Rodovia SC 484 Km 02, Fronteira Sul - Bloco da Biblioteca - sala 310, 3º andar

Bairro: Área Rural

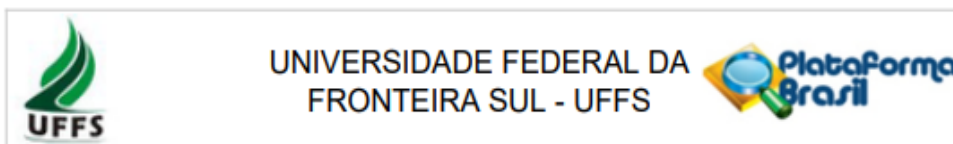
CEP: 89.802-112

UF: SC

Município: CHAPECÓ

Telefone: (49)2049-3745

E-mail: cep.uffs@uffs.edu.br



Continuação do Parecer: 5.732.644

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Transcrição: Riscos:

Por se tratar de pesquisa que requer participação dos sujeitos em diferentes momentos da rotina escolar, no diálogo a ser estabelecido, os participantes poderão apresentar constrangimento ou desconforto. Caso isso ocorra, a pesquisadora buscará mediar o diálogo minimizando possíveis desconfortos que possam surgir e cada um dos participantes terá autonomia de expressão, sendo preservado o respeito entre ambos no decorrer das interações e sendo valorizado o cuidado com o outro. Caso algum risco venha ocorrer com relação à participação dos alunos eles serão informados que poderão solicitar afastamento da ação e cancelar a participação na pesquisa ou, ainda, a atividade será programada para outro momento em que os participantes sentirem-se de maneira adequada para a participação. Ainda, caso algum risco venha a se concretizar a escola possui serviço de orientação educacional que será imediatamente acionado para auxiliar no atendimento e realizar o encaminhamento necessário. Portanto, a escola será informada, sendo que o serviço educacional será disponibilizado e acionado para auxiliar no atendimento.

Comentário: adequado

Transcrição: Benefícios:

Os benefícios para os participantes da pesquisa, em curto prazo, poderão não ser observados, mas se darão pela via do desenvolvimento de habilidades de leitura e escrita e da capacidade de raciocínio, representação, comunicação e argumentação, essenciais para que eles compreendam e interpretem o mundo (natural, social e tecnológico). Além disso, a partir da participação na pesquisa o senso crítico e argumentativo dos alunos será desenvolvido, fortalecido e qualificado e isso refletirá, a longo prazo, no comportamento e na participação dele enquanto cidadão na comunidade na qual está inserido. Além disso, as professoras colaboradoras terão a possibilidade de ampliar os conhecimentos acerca do desenvolvimento de práticas de modelagem, além de desenvolverem uma abordagem interdisciplinar a qual será coletivamente planejada e, poderá provocar, a longo prazo, transformações em suas práticas

Comentário: adequado

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Transcrição: Desenho:

Endereço: Rodovia SC 484 Km 02, Fronteira Sul - Bloco da Biblioteca - sala 310, 3º andar	
Bairro: Área Rural	CEP: 89.802-112
UF: SC	Município: CHAPECO
Telefone: (49)2049-3745	E-mail: cep.uffs@uffs.edu.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DA
FRONTEIRA SUL - UFFS



Continuação do Parecer: 5.732.644

O objetivo deste projeto é compreender as implicações do desenvolvimento das práticas pedagógicas fundamentadas no processo de Modelagem nas Ciências e Matemática, pelo viés da Investigação-Formação-Ação, no cenário da sala de aula. A abordagem da pesquisa é qualitativa e será realizada com alunos do nível médio de ensino (1º ano) da Escola Estadual de Educação Básica São Martinho, localizada no município de São Martinho, RS. A constituição dos dados desta pesquisa se dará mediante o desenvolvimento de uma prática pedagógica, desenvolvida pelo viés da IFA e fundamentada nos pressupostos da MCM. Tal prática será planejada com a colaboração dos professores da área das Ciências da Natureza, de modo específico da Biologia e da Química e, Matemática e suas Tecnologias que atuam na mesma turma, a qual a professora pesquisadora é regente na disciplina de Matemática. Desse modo, esta pesquisa tem o olhar voltado para o cenário da sala de aula, ou seja, para a prática da professora pesquisadora e suas colaboradoras e para a produção dos alunos a partir da materialização do processo de modelagem na sala de aula. Os dados empíricos serão constituídos por meio do registro escrito dos alunos durante o desenvolvimento da prática pedagógica de modelagem e, também, a partir dos diários de aula das professoras colaboradoras e da professora pesquisadora

Transcrição: Metodologia da proposta

Considerando o objetivo da pesquisa, classificamos a mesma como sendo de natureza qualitativa na perspectiva de Bogdan e Biklen (1994), ou seja, se preocupa com a compreensão detalhada dos significados e características de situações apresentadas pelo pesquisador, o qual é o principal responsável por constituir os dados. Os sujeitos da pesquisa serão 12 alunos, a professora pesquisadora e duas professoras da área de Ciências da Natureza, totalizando 15 participantes, do nível médio de ensino (1º ano) da Escola Estadual de Educação Básica São Martinho, localizada no município de São Martinho, RS. Salientamos que o tamanho definido da amostra corresponde ao número total de alunos matriculados na turma anualmente. Os alunos do 1º ano do Ensino Médio serão convidados espontaneamente para participar da pesquisa, por meio de uma reunião que será realizada com os mesmos na escola. Sendo que a primeira ação consiste na apresentação da proposta e os alunos terão a opção de não participar da presente pesquisa. A pesquisadora é professora titular da turma e buscará ter o máximo de cuidado para a realização do convite aos alunos. A participação nos encontros não será obrigatória, de forma que os alunos que não desejarem participar da pesquisa ou que desistirem de sua participação, terão garantido que os

Endereço: Rodovia SC 484 Km 02, Fronteira Sul - Bloco da Biblioteca - sala 310, 3º andar

Bairro: Área Rural

CEP: 89.802-112

UF: SC

Município: CHAPECO

Telefone: (49)2049-3745

E-mail: cep.uffs@uffs.edu.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DA
FRONTEIRA SUL - UFFS



Continuação do Parecer: 5.732.644

dados não serão utilizados para o processo de análise. Visando alcançar o objetivo geral proposto, os dados serão constituídos por meio dos registros escritos dos alunos durante as práticas pedagógicas, as quais serão desenvolvidas em quatorze aulas, com 55 minutos de duração e do diário de aula da professora pesquisadora e das professoras colaboradoras. Os participantes da pesquisa serão nominados por A1, A2, ..., A12 e P1, P2 e P3 a fim de preservar suas identidades. A organização da prática pedagógica segue os princípios da IFA e dos pressupostos da MCM. Para a análise dos dados, seguiremos os procedimentos da Análise de Conteúdo (AC) de Bardin (2016). Essa abordagem metodológica propõe três etapas sendo elas: i) A pré-análise, a qual consiste em leituras, formulação das hipóteses e dos objetivos, constituição do corpus da pesquisa e preparação do material; ii) A exploração do material, nessa fase é realizada a identificação do corpus, também chamada de codificação; iii) O tratamento dos resultados obtidos e interpretação, no qual é realizada a seleção e descrição dos resultados, esta metodologia será utilizada em todas as etapas da pesquisa. A devolutiva dos resultados da pesquisa se dará por meio do relatório, produzido na forma de artigo científico, além de uma roda de conversa a ser realizada na escola, para a qual a comunidade escolar será convidada (especialmente os pais e as crianças participantes da pesquisa) a fim de socializar a pesquisa e os resultados obtidos. Os dados serão constituídos no período de novembro a dezembro de 2022, durante o desenvolvimento da prática pedagógica de modelagem, em sala de aula, por meio dos registros escritos dos estudantes e do diário de campo da pesquisadora e das professoras colaboradoras. Todos os materiais coletados durante a pesquisa, serão arquivados e após o tempo de guarda (5 anos), serão eliminados (deletado) pela responsável, ou seja, pela pesquisadora e das professoras colaboradoras.

Comentário: adequado

Transcrição: Metodologia de Análise de Dados:

Para a análise dos dados, seguiremos os procedimentos da Análise de Conteúdo (AC) de Bardin (2016). Essa abordagem metodológica propõe três etapas sendo elas: i) A pré-análise, a qual consiste em leituras, formulação das hipóteses e dos objetivos, constituição do corpus da pesquisa e preparação do material; ii) A exploração do material, nessa fase é realizada a identificação do corpus, também chamada de codificação; iii) O tratamento dos resultados obtidos e interpretação, no qual é realizada a seleção e descrição dos resultados, esta metodologia será utilizada em todas

Endereço: Rodovia SC 484 Km 02, Fronteira Sul - Bloco da Biblioteca - sala 310, 3º andar

Bairro: Área Rural

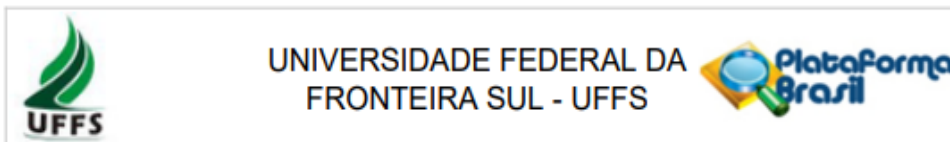
CEP: 89.802-112

UF: SC

Município: CHAPECO

Telefone: (49)2049-3745

E-mail: cep.uffs@uffs.edu.br



Continuação do Parecer: 5.732.644

as etapas da pesquisa.

Comentário: adequado

Transcrição: Desfecho Primário:

Como desfecho primário esperamos compreender as implicações do desenvolvimento de práticas pedagógicas fundamentadas no processo de modelagem de ciências e matemática, pelo viés IFA, no cenário de sala de aula, ou seja, buscamos reconhecer como as práticas de modelagem contribuem nos processos de ensino e aprendizagem

Transcrição: Desfecho Secundário:

Como desfecho secundário buscamos compreender como se constituem as espirais auto-reflexivas da professora pesquisadora e das professoras colaboradoras durante o desenvolvimento das práticas de modelagem de ciências e matemática. O desfecho desse processo deverá ser publicado na forma de dissertação

Comentário: adequado

Tamanho da Amostra no Brasil: 15

Cronograma de execução: Constituição de dados de pesquisa 01/11/2022 16/12/2022

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto: adequada

TCLE - Termo de consentimento livre e esclarecido (para maiores de 18 anos), e/ou Termo de assentimento (para menores de 18 anos): adequado

Termo de consentimento livre e esclarecido para os pais ou responsáveis: adequado

TERMO DE ASSENTIMENTO: adequado

DECLARAÇÃO DE CIÊNCIA E CONCORDÂNCIA DAS INSTITUIÇÕES ONDE SERÃO COLETADOS OS

Endereço: Rodovia SC 484 Km 02, Fronteira Sul - Bloco da Biblioteca - sala 310, 3º andar
Bairro: Área Rural **CEP:** 89.802-112
UF: SC **Município:** CHAPECO
Telefone: (49)2049-3745 **E-mail:** cep.uffs@uffs.edu.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DA
FRONTEIRA SUL - UFFS



Continuação do Parecer: 5.732.644

DADOS: adequada

Recomendações:

Considerando a atual pandemia do novo coronavírus, e os impactos imensuráveis da COVID-19 (Coronavirus Disease) na vida e rotina dos/as Brasileiros/as, o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal da Fronteira Sul (CEP/UFFS) recomenda cautela ao/à pesquisador/a responsável e à sua equipe de pesquisa, de modo que atentem rigorosamente ao cumprimento das orientações amplamente divulgadas pelos órgãos oficiais de saúde (Ministério da Saúde e Organização Mundial de Saúde). Durante todo o desenvolvimento de sua pesquisa, sobretudo em etapas como a coleta de dados/entrada em campo e devolutiva dos resultados aos/às participantes, deve-se evitar contato físico próximo aos/às participantes e/ou aglomerações de qualquer ordem, para minimizar a elevada transmissibilidade desse vírus, bem como todos os demais impactos nos serviços de saúde e na morbimortalidade da população. Sendo assim, sugerimos que as etapas da pesquisa que envolvam estratégias interativas presenciais, que possam gerar aglomerações, e/ou que não estejam cuidadosamente alinhadas às orientações mais atuais de enfrentamento da pandemia, sejam adiadas para um momento oportuno. Por conseguinte, lembramos que para além da situação pandêmica atual, continua sendo responsabilidade ética do/a pesquisador/a e equipe de pesquisa zelar em todas as etapas pela integridade física dos/as participantes/as, não os/as expondo a riscos evitáveis e/ou não previstos em protocolo devidamente aprovado pelo sistema CEP/CONEP.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências e/ou inadequações éticas, baseando-se nas Resoluções 466/2012 e 510/2016, do Conselho Nacional de Saúde, e demais normativas complementares. Logo, uma vez que foram procedidas pelo/a pesquisador/a responsável todas as correções apontadas pelo parecer consubstanciado, o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal da Fronteira Sul (CEP/UFFS) julga o protocolo de pesquisa adequado para, a partir da data deste novo parecer consubstanciado, agora de APROVAÇÃO, iniciar as etapas de coleta de dados e/ou qualquer outra que pressuponha contato com os/as participantes

Endereço: Rodovia SC 484 Km 02, Fronteira Sul - Bloco da Biblioteca - sala 310, 3º andar
Bairro: Área Rural **CEP:** 89.802-112
UF: SC **Município:** CHAPECO
Telefone: (49)2049-3745 **E-mail:** cep.uffs@uffs.edu.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DA
FRONTEIRA SUL - UFFS



Continuação do Parecer: 5.732.644

Considerações Finais a critério do CEP:

Prezado (a) Pesquisador(a)

A partir desse momento o CEP passa a ser corresponsável, em termos éticos, do seu projeto de pesquisa – vide artigo X.3.9. da Resolução 466 de 12/12/2012.

Fique atento(a) para as suas obrigações junto a este CEP ao longo da realização da sua pesquisa. Tenha em mente a Resolução CNS 466 de 12/12/2012, a Norma Operacional CNS 001/2013 e o Capítulo III da Resolução CNS 251/1997. A página do CEP/UFFS apresenta alguns pontos no documento "Deveres do Pesquisador".

Lembre-se que:

1. No prazo máximo de 6 meses, a contar da emissão deste parecer consubstanciado, deverá ser enviado um relatório parcial a este CEP (via NOTIFICAÇÃO, na Plataforma Brasil) referindo em que fase do projeto a pesquisa se encontra. Veja modelo na página do CEP/UFFS. Um novo relatório parcial deverá ser enviado a cada 6 meses, até que seja enviado o relatório final.
2. Qualquer alteração que ocorra no decorrer da execução do seu projeto e que não tenha sido prevista deve ser imediatamente comunicada ao CEP por meio de EMENDA, na Plataforma Brasil. O não cumprimento desta determinação acarretará na suspensão ética do seu projeto.
3. Ao final da pesquisa deverá ser encaminhado o relatório final por meio de NOTIFICAÇÃO, na Plataforma Brasil. Deverá ser anexado comprovação de publicização dos resultados. Veja modelo na página do CEP/UFFS.

Em caso de dúvida:

Contate o CEP/UFFS: (49) 2049-3745 (8:00 às 12:00 e 14:00 às 17:00) ou cep.uffs@uffs.edu.br;

Contate a Plataforma Brasil pelo telefone 136, opção 8 e opção 9, solicitando ao atendente suporte Plataforma Brasil das 08h às 20h, de segunda a sexta;

Contate a "central de suporte" da Plataforma Brasil, clicando no ícone no canto superior direito da página eletrônica da Plataforma Brasil. O atendimento é online.

Boa pesquisa!

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
----------------	---------	----------	-------	----------

Endereço: Rodovia SC 484 Km 02, Fronteira Sul - Bloco da Biblioteca - sala 310, 3º andar

Bairro: Área Rural

CEP: 89.802-112

UF: SC

Município: CHAPECO

Telefone: (49)2049-3745

E-mail: cep.uffs@uffs.edu.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DA
FRONTEIRA SUL - UFFS



Continuação do Parecer: 5.732.644

Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2010271.pdf	19/10/2022 20:01:54		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Anexo_TCLE_Responsave_Menores_modificado.pdf	19/10/2022 19:58:03	VALQUIRIA OTTONELLI HANAUER	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Anexo_TCLE_Basico_modificado.pdf	19/10/2022 19:57:48	VALQUIRIA OTTONELLI HANAUER	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Anexo_Assentimento_modificado.pdf	19/10/2022 19:56:41	VALQUIRIA OTTONELLI HANAUER	Aceito
Outros	Anexo_Modelo_Carta_Pendencias.pdf	18/10/2022 21:22:29	VALQUIRIA OTTONELLI HANAUER	Aceito
Declaração de concordância	Anexo_Ciencia_Concordancia.pdf	11/09/2022 21:32:47	VALQUIRIA OTTONELLI HANAUER	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	10/09/2022 15:50:59	VALQUIRIA OTTONELLI HANAUER	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETOVERSAOFINAL.docx	31/08/2022 17:57:44	VALQUIRIA OTTONELLI HANAUER	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CHAPECO, 31 de Outubro de 2022

Assinado por:
Renata dos Santos Rabello
(Coordenador(a))

Endereço: Rodovia SC 484 Km 02, Fronteira Sul - Bloco da Biblioteca - sala 310, 3º andar

Bairro: Área Rural

CEP: 89.802-112

UF: SC

Município: CHAPECO

Telefone: (49)2049-3745

E-mail: cep.uffs@uffs.edu.br