

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA**

FACULDADE DE FÍSICA

CÍNTIA REGINA FICK

**MODELAGEM NAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA: DAS IDEIAS ÀS EXPRESSÕES
DOS ESTUDANTES DE ENSINO FUNDAMENTAL**

PORTO ALEGRE

2015

CÍNTIA REGINA FICK

**MODELAGEM NAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA: DAS IDEIAS ÀS EXPRESSÕES
DOS ESTUDANTES DE ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientador(a): Prof^ª Dr^ª. Maria Salett Biembengut

Porto Alegre

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F447 Fick, Cintia Regina

Modelagem nas ciências e matemática : das ideias às expressões dos estudantes de ensino fundamental / Cintia Regina Fick – 2015.

186 fls.

Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul / Faculdade de Física / Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Porto Alegre, 2015.

Orientadora: Prof^a Dr^a Maria Salett Biembengut

1. Educação. 2. Matemática - Ensino. 3. Ensino fundamental. 4. Modelos matemáticos. I. Biembengut, Maria Salett. II. Título.


CDD 372.7

CÍNTIA REGINA FICK

"MODELAGEM NAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA: DAS IDEIAS ÀS EXPRESSÕES DOS ESTUDANTES DE ENSINO FUNDAMENTAL"

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Aprovado em 26 de março de 2015, pela Banca Examinadora.



Dra. Marla Saletti Biembengut (Orientadora - PUCRS)



Dra. Claudia Lisete Oliveira Groenwald (ULBRA)



Dra. Isabel Cristina Machado de Lara (PUCRS)

Dedico este trabalho aos meus pais, Vanderci e Rogerio Fick, por todo apoio e incentivo que sempre me deram.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Professora Dra. Maria Salett Biembengut, por aceitar me orientar, pelas contribuições e críticas que foram fundamentais para realização deste trabalho.

Ao PPGEDUCEM – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática pelo repasse da bolsa de mestrado custeada pela CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, que foi essencial para realização do mestrado.

Aos colegas do Curso de Mestrado e Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática que dividiram conhecimentos e angústias durante os dois anos de Curso.

À escola da rede municipal de Canoas/RS na qual trabalhei no ano de 2014 e desenvolvi a pesquisa aqui apresentada.

Agradeço, em especial, aos estudantes que tiveram paciência e compreensão com o desenvolvimento de atividades durante o processo de coleta de dados.

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo analisar as ideias de estudantes do Ensino Fundamental, em relação a Matemática e Ciências, a partir de suas expressões, oral e escrita, durante o processo de Modelação – Modelagem na Educação – a fim de identificar a Alfabetização e Competência Científicas desses estudantes. O procedimento metodológico adotado consistiu em quatro etapas denominadas de Mapas. A saber: *Mapa de Identificação* no qual apresentam-se dados e informações que justificam a escolha do tema de pesquisa, objetivos e procedimentos metodológicos que a orientam. *Mapa Teórico* no qual apresentam-se teorias sobre Modelagem na Educação, Alfabetização e Competência Científicas e Modelos Mentais, bem como síntese de pesquisas recentes para situar esta pesquisa em um mapa de produções. *Mapa de Campo* no qual apresentam-se a descrição da aplicação da Atividade Didática e a organização dos dados empíricos oriundos da Atividade Didática realizada com duas turmas de 7º ano do Ensino Fundamental da Educação Básica. *Mapa de Análise* no qual é apresentada a análise com base em seis categorias e nas etapas da Modelação. Identificou-se na primeira etapa da Modelação, *percepção e apreensão*, que os estudantes são alfabetizados cientificamente, pois mostraram ter competência em identificar questões científicas. No entanto, nas demais etapas, *compreensão e explicitação* e *significação e expressão*, os estudantes apresentaram dificuldades para atingir a competência que requeria explicar fenômenos científicos e utilizar evidências científicas, respectivamente. Os resultados mostraram-se satisfatórios, pois os estudantes avançaram em termos de Alfabetização e Competência Científicas, mesmo que de forma não linear.

Palavras-chave: Modelagem na Educação. Alfabetização e Competência Científicas. Modelos Mentais. Ensino Fundamental.

ABSTRACT

This research aimed to analyze the ideas of middle-school students in relation to mathematics and science, from their oral and written expressions, during the modeling process - Modeling in Education - to identify the Literacy and Scientific Competence of these students. The adopted methodological procedure consisted of four steps, called Maps. Namely: *Identification map* on which we present data and information justifying the choice of the research theme, objectives and methodological procedures that guide it. *Theoretical map* in which theories are presented on Modeling in Education, Literacy, Scientific Competence and Mental Models and, recent research synthesis to place this search in a map production; *Field map* in which we present the application description of the Didactic activity and the organization of empirical data from the Teaching Activity performed with two classes of 7th year of middle-school of basic education; *Analysis map* that shows the analysis based on six categories and stages of modeling. It was identified in the first step of modeling, *perception and apprehension* that students are scientifically literate, since they appear to have competence in identifying scientific issues, however, the other stages, *understanding and explanation and meaning and expression*, students had difficulties to achieve competence required to explain scientific phenomena and use scientific evidence, respectively. The results were satisfactory, as students advanced in terms of Literacy and Scientific Competence, even though non-linearly.

Keywords: Modeling in Education. Literacy and Scientific expertise. Mental models. Middle-school.

LISTA DE MAPAS

Mapa 1: Mapa de Identificação	13
Mapa 2: Comparativo do processo de modelagem.....	22
Mapa 3: Mapa Teórico.....	26
Mapa 4: Mapa de Campo.....	28
Mapa 5: Níveis de Proficiência em Ciências – PISA.....	30
Mapa 6: Estrutura do Mapa Teórico.....	32
Mapa 7: Etapas e subetapas do processo de modelagem.....	36
Mapa 8: Etapas da Modelação.....	45
Mapa 9: Níveis de Proficiência em Ciências – PISA.....	50
Mapa 10: Ideias parecidas sobre Alfabetização Científica.....	55
Mapa 11: Artigos sobre Modelagem Matemática na Educação.....	73
Mapa 12: Teses e Dissertações sobre Modelagem Matemática na Educação.....	76
Mapa 13: Artigos sobre Alfabetização e Competência Científicas.....	81
Mapa 14: Teses e Dissertações sobre Alfabetização e Competência Científicas.....	84
Mapa 15: Artigos sobre Modelos Mentais.....	89
Mapa 16: Teses e Dissertações sobre Modelos Mentais.....	91
Mapa 17: Mapa de Campo.....	98
Mapa 18: Categorias de Análise.....	138

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Desenhos feitos pelos estudantes.....	103
Figura 2: Esquemas da composição do leite elaborados pelos estudantes.....	106
Figura 3: Composição básica do leite.....	106
Figura 4: Experimento para identificação da gordura do leite.....	110
Figura 5: Experimento sobre a proteína do leite.....	111
Figura 6: Produção de plástico de leite.....	113
Figura 7: Produção de cola de leite.....	113
Figura 8: Experimento leite psicodélico.....	115
Figura 9: Quadro resumo apresentado pelos estudantes:.....	119
Figura 10: Resolução apresentada pelos estudantes:.....	121
Figura 11: Embalagens e modelos levados pela professora.....	124
Figura 12: Estudantes desenhando seus modelos de embalagens.....	125
Figura 13: Estudantes organizando seus trabalhos.....	126
Figura 14: Modelo de garrafa.....	128
Figura 15: Estudantes continuando suas produções.....	128
Figura 16: Embalagens produzidas pelos estudantes.....	130
Figura 17: Garrafa produzida por um dos grupos.....	131
Figura 18: Painel produzido pelos estudantes.....	132
Figura 19: Receitas produzidas pelos estudantes.....	132
Figura 20: Apresentação em <i>PowerPoint</i> de um dos grupos.....	133

LISTA DE SIGLAS

BDTD – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CREMM – Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino
DCNs – Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica
ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ICME – Conferências Internacionais de Educação Matemática
ICTMA – Conferências Internacionais no Ensino de Modelagem Matemática e Aplicações
INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC – Ministério da Educação e Cultura
OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. No Brasil
PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais
PISA – Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
PUCRS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
SCIELO – Scientific Electronic Library

MEMORIAL

No início desta dissertação, descrevo¹ um pouco de minha trajetória desde o período de estudante da rede pública de Educação Básica, na cidade de Cruzeiro do Sul, interior do Estado do Rio Grande do Sul, até o ingresso como aluna no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS.

Em 1996 iniciei minha vida estudantil, na 1ª série do Ensino Fundamental de uma escola municipal do interior de Cruzeiro do Sul. Lembro-me das aulas da professora e de como ela se desdobrava para ensinar quatro grupos de estudantes de séries diferentes em uma mesma sala. Essa condição, que num primeiro momento pode parecer desfavorável para alfabetização de uma criança, nunca me incomodou, pois foi um período de muita alegria e troca de conhecimentos com colegas da outra série, uma vez que muitos dos trabalhos propostos pela professora eram em conjunto com todos os estudantes da sala. Também lembro com carinho desse período, pois a professora sempre estimulava que quem terminasse as atividades fosse ajudar os coleguinhas. Talvez, nesse período, tenham ocorrido minhas primeiras experiências com ‘brincar de ser professora’ e assim foi até completar a 4ª série do Ensino Fundamental.

Ao ingressar na 5ª série, ainda no interior de Cruzeiro do Sul, passei pela experiência de ter várias professoras. Foi nesse período que me identifiquei com as Ciências Naturais e Exatas. Demonstrava interesse e curiosidade pela disciplina de Ciências, mas também pela disciplina de Matemática, para a qual obtinha bons resultados em função da facilidade em aprender os conteúdos. Hoje reflito e dou-me conta que eu aprendia os conteúdos de Matemática, mas não sabia onde aplicá-los. Não consigo recordar-me de ter construído, nesse período, algum tipo de material concreto nas aulas de Matemática.

Ao iniciar o Ensino Médio, em 2004, na cidade de Lajeado, vizinha a Cruzeiro do Sul, estreitei minha relação com a Matemática, principalmente ao conhecer uma professora que despertou em mim a paixão pela disciplina. Recordo-me de olhar para ela explicando conteúdo no quadro da sala e imaginar-me na mesma situação. Muitas vezes não ficava claro para mim porque estava aprendendo aquele conteúdo, nem onde eu iria aplicá-lo, mas por timidez, dificilmente eu perguntava à professora.

¹ Pelo caráter subjetivo deste memorial, optou-se por utilizar o verbo na primeira pessoa do singular. No restante da dissertação, utiliza-se o verbo na forma impessoal.

Nesse período, também tive a oportunidade de ser monitora de Matemática e ajudar nas aulas de reforço para os colegas. Nesse colégio, também conheci uma professora de artes que gostava dos meus desenhos de casas e do meu cuidado ao fazer as medições com uso da régua. Assim, após visitar uma feira de profissões, estava quase decidida a cursar o vestibular para o curso de Arquitetura e Urbanismo, pois esse abrange duas coisas que eu gostava: Matemática e desenhar casas.

Durante o Ensino Médio, tive a oportunidade de participar do PEIES – Programa de Ingresso ao Ensino Superior promovido pela Universidade Federal de Santa Maria. Recordo-me de estar em dúvida em qual opção marcar: Matemática ou Arquitetura e Urbanismo. Em função da pontuação que havia obtido, era melhor tentar o Curso de Matemática no qual consegui a vaga.

Em 2007 mudei-me para a cidade de Santa Maria, localizada na região central do Rio Grande do Sul, para iniciar a graduação em Matemática – Licenciatura Plena, porém, ainda em dúvida quanto ao curso que havia escolhido. No primeiro semestre da graduação, não tive mais dúvida de que havia feito a escolha certa ao optar pelo curso de Matemática. Esse gosto pelo curso foi aumentando à medida em que ia cursando as disciplinas, principalmente aquelas voltadas para prática de sala de aula.

No primeiro ano de curso já estava envolvida em um projeto de confecção de jogos pedagógicos de Matemática para uma escola municipal da cidade. Nesse projeto tive o primeiro contato com estudantes da Educação Básica, pois eles ajudavam a confeccionar os jogos que eles mesmos utilizariam em sala de aula com a professora titular da turma. Ainda nesse projeto, dei aulas de reforço para os mesmos estudantes, os quais frequentemente me perguntavam por que era necessário aprender tais conteúdos e onde eles iriam aplicá-los.

Nesse período, iniciei minhas reflexões a respeito da formação do professor de Matemática, da importância de se ter clareza da aplicabilidade dessa disciplina e da necessidade em buscar maneiras de ensiná-la de tal forma que os estudantes consigam aplicá-la em suas vidas, vendo sentido em aprender tais conteúdos.

Durante a graduação fui bolsista do PIBID – Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência. Nesse programa, tive oportunidade de participar e organizar atividades didático-pedagógicas em uma escola estadual de Santa Maria, fazendo o acompanhamento dos estudantes durante o ano letivo. Além disso, esse programa proporcionou-me a participação em momentos de discussão e reflexão acerca da formação docente, o que

contribuiu significativamente para minha formação acadêmica e, conseqüentemente, profissional.

Em 2011, após concluir a graduação, ingressei no Curso de Especialização em Educação Matemática, ainda na Universidade Federal de Santa Maria. Nesse curso, tive oportunidade de aprofundar minhas reflexões sobre a formação docente, investigando como foi o ensino de Matemática em escolas paroquiais católicas da região de Lajeado, e verificando como esse processo de ensino influenciou e continua influenciando o cenário educacional daquela região. Essa pesquisa possibilitou-me perceber a importância de valorizar os saberes locais, promovendo um ensino contextualizado e, assim, enriquecer o processo de ensino-aprendizagem.

No final de 2011 iniciei minha atuação docente no Ensino Fundamental e Médio de um colégio Federal de Porto Alegre, no qual tive oportunidade de trocar conhecimentos com outros professores e perceber a necessidade de continuar estudando para melhorar minha prática docente e de adotar um método de ensino que atendesse minhas expectativas em relação a um ensino mais contextualizado que motivasse os estudantes em aprender Matemática. Assim, em 2012 participei da seleção de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da PUCRS e, em março de 2013, ingressei como mestranda desse programa.

Ao ingressar no mestrado, mesmo conhecendo pouco sobre Modelagem Matemática, procurei a professora Maria Salett Biembengut para ser minha orientadora, pois sabia que suas pesquisas eram em Modelagem Matemática e que nesse método de ensino eu poderia encontrar respostas para minhas inquietações. No primeiro encontro com a professora Salett, ela perguntou-me se tinha um tema de pesquisa. Respondi que queria investigar algo relacionado ao leite e ela logo contribuiu com ideias de como eu poderia utilizar o esse tema para desenvolver uma pesquisa. Assim, após alguns encontros, ficou delineada a pesquisa, dando início ao trabalho.

No mestrado, as disciplinas que cursei contribuíram significativamente para minha formação, pois tive oportunidade de fazer leituras e participar de discussões que esclareceram muitas das dúvidas que trazia ao longo de minha formação e atuação profissional. Nesse período, aprendi que fazer pesquisa exige muito estudo e dedicação. Também tive oportunidade de fazer modelagem com meus estudantes, o que até então nunca havia feito. Senti-me muito feliz e realizada com os resultados que obtive.

Ao finalizar esta dissertação, recordo-me das aulas que tive, do nervosismo antes da apresentação de um seminário, mas, também, percebo o quanto amadureci e o progresso que tive nesse período. Além disso, reflito sobre como pensava antes e como penso agora sobre um determinado assunto e, concludo, que tudo isso contribui para minha Alfabetização e Competência Científicas.

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está dividida em quatro capítulos denominados: *Mapa de Identificação*, *Mapa Teórico*, *Mapa de Campo* e *Mapa de Análise*, sendo organizados conforme descrição a seguir:

- Capítulo I – *Mapa de Identificação*: consiste na apresentação da pesquisa, ou seja, a contextualização do tema de estudo e a relevância do mesmo, bem como o problema de pesquisa, os objetivos a serem alcançados e os procedimentos metodológicos adotados para a pesquisa. O *Mapa de Identificação* encontra-se dividido em três seções: *1.1 Alfabetização e Competência Científicas*; *1.2 Modelagem na Educação*; *1.3 Procedimentos Metodológicos*. Os *Procedimentos Metodológicos* estão divididos em três itens. A saber: *Mapa Teórico*; *Mapa de Campo* e, *Mapa de Análise*.
- Capítulo II – *Mapa Teórico*: consiste na apresentação dos conceitos e definições relevantes no problema de pesquisa investigado, sendo realizada uma revisão da literatura disponível sobre Modelagem na Educação, Alfabetização e Competência Científicas e Modelos Mentais, além da descrição de algumas produções recentes sobre os temas envolvidos na pesquisa. O *Mapa Teórico* encontra-se dividido em quatro seções: *2.1 Teoria-base para obtenção dos dados empíricos: Modelagem Matemática na Educação*; *2.2 Teorias-base para análise dos dados: Alfabetização e Competência Científicas & Modelos Mentais*; *2.3 Produções Recentes*; *2.4 Considerações sobre o Capítulo*.
- Capítulo III – *Mapa de Campo*: consiste na apresentação e descrição do processo de coleta dos dados empíricos do grupo de estudantes que participaram da pesquisa, da instituição na qual foi feita a coleta, dos instrumentos utilizados para a coleta de dados e a descrição dos encontros com os estudantes. O *Mapa de Campo* encontra-se dividido em duas seções: *3.1 Descrição da Aplicação da Atividade Didática*; *3.2 Síntese dos Principais Resultados – Considerações*.
- Capítulo IV – *Mapa de Análise*: consiste na integração do *Mapa Teórico* com o *Mapa de Campo* que possibilitou interpretar e analisar os dados coletados com base nas teorias suporte para análise, permitindo responder o problema de pesquisa. O *Mapa de Análise* encontra-se dividido em duas seções: *4.1 Análise da Aplicação da Atividade Didática*; *4.2 Conclusão e Recomendações*.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – MAPA DE IDENTIFICAÇÃO.....	13
1.1 ALFABETIZAÇÃO E COMPETÊNCIA CIENTÍFICAS	14
1.2 MODELAGEM NA EDUCAÇÃO.....	19
1.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	23
CAPÍTULO II – MAPA TEÓRICO.....	31
2.1 TEORIA-BASE PARA OBTENÇÃO DOS DADOS EMPÍRICOS: MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO.....	33
2.1.1 Modelagem Matemática: conceitos e definições.....	34
2.1.2 Modelagem Matemática na Educação: propostas e discussões.....	38
2.2 TEORIAS-BASE PARA ANÁLISE DOS DADOS: ALFABETIZAÇÃO E COMPETÊNCIA CIENTÍFICAS & MODELOS MENTAIS	49
2.2.1 Alfabetização e Competência Científicas: conceitos e definições	51
2.2.2 Alfabetização e Competência Científicas na Educação	56
2.2.3 Modelos Mentais	62
2.3 PRODUÇÕES RECENTES.....	72
2.3.1 Artigos: Modelagem Matemática na Educação.....	73
2.3.2 Teses e Dissertações: Modelagem Matemática na Educação.....	76
2.3.3 Artigos: Alfabetização e Competência Científicas.....	81
2.3.4 Teses e Dissertações: Alfabetização e Competência Científicas.....	84
2.3.5 Artigos: Modelos Mentais.....	89
2.3.6 Teses e Dissertações: Modelos Mentais	91
2.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO	95
CAPÍTULO III – MAPA DE CAMPO	98
3.1 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DA ATIVIDADE DIDÁTICA.....	100
3.2 SÍNTESE DOS PRINCIPAIS RESULTADOS – CONSIDERAÇÕES	134
CAPÍTULO IV – MAPA DE ANÁLISE	137
4.1 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA ATIVIDADE DIDÁTICA	139
4.2 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	151
REFERÊNCIAS	153
APÊNDICE A – Autorização da Escola.....	160
APÊNDICE B – Autorização dos pais.....	161
APÊNDICE C – Atividade Didática	162
APÊNDICE D – Material de Apoio	175
APÊNDICE E – Datas dos encontros e número de períodos de aulas.....	186

CAPÍTULO I – MAPA DE IDENTIFICAÇÃO

Apresenta-se, neste capítulo, o *Mapa de Identificação* que, segundo Biembengut (2008), implica em expressar os procedimentos metodológicos, tanto para a obtenção dos dados empíricos, quanto das teorias que apoiaram a análise desses dados, bem como informações pertinentes na interpretação e explicação.

Esta pesquisa, na linha da Modelagem na Educação, tem como propósito primacial analisar a Alfabetização e Competência Científicas dos estudantes da Educação Básica, com a utilização da Modelagem como método de ensino com pesquisa em sala de aula, na expectativa de indicar a Modelagem nas Ciências e Matemática como alternativas pedagógicas.

Assim, este *Mapa de Identificação* organiza-se em três seções:

1.1 Alfabetização e Competência Científicas: apresentam-se alguns dados e informações com base em Leis e Documentos Oficiais que justificam a escolha do tema, fazendo-se uma defesa da Alfabetização e Competência Científicas na Educação Básica;

1.2 Modelagem na Educação: aborda-se o problema e apresentam-se conceitos preliminares sobre Modelagem na Educação Básica – método utilizado na obtenção dos dados empíricos;

1.3 Procedimentos Metodológicos: apresentam-se o problema de pesquisa, as questões, os objetivos decorrentes e os procedimentos metodológicos adotados (como e onde os dados foram coletados).

Observa-se que tabelas, quadros e esquemas apresentados nesta dissertação são denominados de Mapas. A começar, apresenta-se no Mapa 1 a estrutura do que é tratado no presente capítulo.

Mapa 1: Mapa de Identificação



Fonte: Elaborado pela autora.

1.1 ALFABETIZAÇÃO E COMPETÊNCIA CIENTÍFICAS

A Educação Básica, segundo o artigo 22 da LDB, “[...] tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores” (BRASIL, 2011, p. 17). No artigo 32, considera-se que o Ensino Fundamental tem por objetivo a formação básica do estudante, mediante:

- I - o desenvolvimento da capacidade de aprender, tendo como meios básicos o pleno domínio da leitura, da escrita e do cálculo;
- II - a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade;
- III - o desenvolvimento da capacidade de aprendizagem, tendo em vista a aquisição de conhecimentos e habilidades e a formação de atitudes e valores;
- IV - o fortalecimento dos vínculos de família, dos laços de solidariedade humana e de tolerância recíproca em que se assenta a vida social (BRASIL, 2011, p. 21).

De acordo com os PCNs, na disciplina de Matemática objetiva-se que os estudantes, ao final do Ensino Fundamental, consigam:

[...] selecionar, organizar e produzir informações relevantes, para interpretá-las e avaliá-las criticamente; resolver situações-problema, sabendo validar estratégias e resultados; [...] estabelecer conexões entre temas matemáticos de diferentes campos e entre esses temas e conhecimentos de outras áreas curriculares (BRASIL, 1998, p. 48).

Conforme esses objetivos, os estudantes devem ter conhecimentos necessários para resolverem situações-problema de diversas áreas do conhecimento, formulando hipóteses e organizando dados para obter resultados que possam ser validados ou não. Além disso, espera-se que os estudantes tenham senso crítico diante das diversas situações-problema do dia a dia.

Conforme os PCNs, na disciplina de Ciências, espera-se, ainda, que o estudante ao final do Ensino Fundamental tenha competência para:

- utilizar conceitos científicos em diversas situações da sociedade, formulando questões e propondo soluções;
- identificar relações entre o conhecimento científico e as mudanças ocorridas na sociedade;
- compreender a relação entre a tecnologia e a sociedade;

- apreender que a Ciência é um processo de construção de conhecimento feito pelas pessoas.

Esses objetivos apresentados são verificados por meio de avaliações periódicas, como, por exemplo, o ENEM, o Prova Brasil e o PISA. O PISA - *Programme for International Student Assessment* - é um programa internacional de avaliação que é coordenado pela OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. No Brasil, o PISA está sob responsabilidade do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP - veiculado ao Ministério da Educação e Cultura - MEC - e avalia os estudantes da Educação Básica desde o ano 2000 (INEP, 2012).

O objetivo do PISA é “[...] avaliar se os estudantes, aos 15 anos, adquiriram conhecimentos e habilidades essenciais para uma participação plena em sociedades modernas” (INEP, 2012, p. 11). Assim, a cada três anos, avaliam-se a Leitura, a Matemática e as Ciências, ou seja, se o estudante possui Letramento em Leitura, em Matemática e se é letrado cientificamente.

De acordo com INEP (2008, 34), nas avaliações do PISA o conceito de Letramento utilizado diz respeito não apenas aos conhecimentos escolares dos estudantes, mas a capacidade do estudante ir além desses conhecimentos escolares, analisando, raciocinando e refletindo ativamente sobre seus conhecimentos, experiências e competências importantes em sua vida. O termo Letramento Científico refere-se ao estudante que utiliza o conhecimento científico que possui para “[...] identificar questões, adquirir novos conhecimentos, explicar fenômenos científicos e tirar conclusões baseadas em evidência científica sobre questões relacionadas a Ciências”.

O termo Letramento, segundo Soares (2001, p. 39), significa “[...] resultado da ação de ensinar e aprender as práticas sociais de leitura e escrita” e o termo *alfabetização* é definido pela autora como o ato de alfabetizar uma pessoa tornando-a capaz de ler e escrever. Isso implica, de acordo com a mesma, que na alfabetização a pessoa é ensinada a ler e a escrever e, já no Letramento, a pessoa domina a leitura e a escrita sendo capaz de utilizar esse Letramento no seu dia a dia.

Letramento e alfabetização mesclam-se e, muitas vezes, são confundidos. Conforme Krasilchik e Marandino (2007, p. 27), o termo Letramento está inserido na expressão ‘Alfabetização Científica’, pois “[...] ser letrado cientificamente significa não só saber ler e escrever sobre ciência, mas também cultivar e exercer as práticas sociais envolvidas com a ciência; em outras palavras, fazer parte da cultura científica”.

Para Miller (1983), uma pessoa cientificamente alfabetizada é aquela que tem capacidade para estabelecer relações com o meio no qual está inserida. Em contrapartida, a pessoa que não tem capacidade para estabelecer essas relações, é considerada apenas letrada, pois está restrita ao ato de ler e escrever.

Conforme Chassot (2003, p. 38), Alfabetização Científica é “[...] um conjunto de conhecimentos que facilitam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo em que vivem”, possibilitando que as pessoas tenham conhecimentos científicos necessários para a vida cotidiana, seja na resolução de situações-problema de sobrevivência básica ou para entender as relações entre Ciência e Sociedade.

O PISA avalia os conteúdos e conhecimentos que os estudantes devem ter em cada uma das áreas do conhecimento, as competências necessárias para aplicar esses conhecimentos e, ainda, considera os contextos nos quais são aplicados os conhecimentos e competências. A expectativa é que o estudante ao terminar a Educação Básica tenha conhecimento e competência para aplicar os conceitos científicos, o que se denomina de *Letramento Científico* ou *Alfabetização Científica*.

As competências científicas para que o estudante seja considerado letrado cientificamente, segundo INEP (2013b), são:

- *Identificar questões científicas*: além de reconhecer as características dessas questões para que seja feita a pesquisa científica, o estudante deve identificar questões científicas. Essas características são sobre os elementos que podem ser comparados, variáveis que podem ser controladas, assim como o método que será utilizado para o levantamento dos dados.
- *Explicar fenômenos cientificamente*: aplicar o conhecimento de Ciências nas mais diversas situações, interpretar fenômenos de maneira científica, prever mudanças, explicações e fazer previsões.
- *Utilizar evidências científicas*: produzir argumentos e conclusões baseadas em evidências científicas, ou seja, argumentos contrários e favoráveis para chegar às conclusões, considerando os dados disponíveis, pressupostos e evidências. Consiste, ainda, em refletir sobre as implicações sociais da Ciência e sobre o desenvolvimento das tecnologias.

Para pontuar as questões nas avaliações do PISA, utiliza-se como parâmetro a Teoria de Resposta ao Item (TRI) – pontuação de acordo com o grau de dificuldade da questão. A

média aritmética estabelecida para os países participantes da OCDE serem considerados proficientes é de 500 pontos.

A primeira avaliação realizada pelo PISA no Brasil foi em 2000 e, nesse ano, o foco da avaliação foi a leitura. Cada edição da avaliação tem foco em uma das áreas. Assim, em 2003 foi a Matemática e, em 2006, a área de Ciências, iniciando-se um novo ciclo em 2009 com Leitura e, em 2012, a Matemática.

De acordo com INEP (2012), os resultados das avaliações do PISA realizadas em 2009 indicam que o Brasil obteve melhora de desempenho nas três áreas avaliadas, porém, os resultados obtidos ainda são inferiores aos índices da maioria dos países participantes. Por exemplo, no PISA de 2009, quando 65 países participaram da avaliação, em Matemática o Brasil ficou na 57ª posição e em Ciências e Leitura, na 53ª posição.

Em 2012, o foco da avaliação do PISA foi a Matemática e contou com a participação de 65 países. Os resultados novamente indicam que o Brasil ainda está abaixo da média de pontuação dos países da OCDE que foi 496 pontos em Leitura, 494 pontos em Matemática e 501 pontos em Ciências. Já o Brasil obteve 410 pontos em Leitura, 391 pontos em Matemática e 405 pontos em Ciências. Assim, em 2012, o país passou para a 58ª posição em Matemática, em Ciências para a 59ª posição e, em Leitura, para a 55ª posição.

Os resultados obtidos das avaliações do PISA no Brasil apontam que os estudantes apresentam dificuldade para estabelecer relações entre as áreas do conhecimento, aplicar os conhecimentos para solucionar problemas cotidianos, tomar decisões, posicionar-se de maneira crítica e, ainda, para identificar e explicar questões científicas relacionando-as com a realidade. No entanto, proporcionar que os estudantes superem essas dificuldades e melhorem suas competências faz parte das atribuições do processo pedagógico.

Nesse intuito, as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica – DCNs – orientam que é preciso articular os conteúdos das diversas áreas curriculares, abordar temas que sejam amplos e contemporâneos que envolvem a vida dos estudantes e o cotidiano no qual estão inseridos. Sugerem, ainda, uma postura de transversalidade ao professor, pois “a transversalidade constitui uma das maneiras de trabalhar os componentes curriculares, as áreas de conhecimento e os temas contemporâneos em uma perspectiva integrada [...]” (BRASIL, 2013, p. 115) e, complementa, enfatizando a necessidade de ultrapassar o:

caráter fragmentário das áreas, buscando uma integração no currículo que possibilite tornar os conhecimentos abordados mais significativos para os educandos e favorecer a participação ativa de alunos com habilidades, experiências de vida e interesses muito diferentes (ibid., p. 118).

Nesse sentido, supõe-se que ao superar a fragmentação das áreas e, atingir maior integração entre elas, contribui-se para o Letramento Científico, assim como, para a Alfabetização Científica. Segundo Chassot (2003), a Alfabetização Científica é uma condição necessária ao ensino do estudante, a fim de que ele possa compreender conhecimentos e procedimentos que possibilitem tomar decisões, contribuindo para o meio em que vive, à sociedade e ao planeta. O autor afirma que a Alfabetização Científica deve ser promovida desde o Ensino Fundamental a fim de que o estudante aprenda a pesquisar ao mesmo tempo em que aprende os conteúdos curriculares.

Nessa mesma perspectiva, nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, evidencia-se a importância do professor não ser apenas um transmissor de conteúdos, mas sim, um orientador das produções de pesquisas em sala de aula de acordo com o contexto social dos estudantes. Para que o estudante se reconheça como parte da cultura, levando-o a atuar sobre a realidade, participando de diferentes esferas da vida social, econômica e política, requer da escola e do professor conhecer a realidade em que vivem os estudantes; articular a proposta político pedagógica da escola com a realidade deles; e possibilitar-lhes condições para transitar em outras culturas (BRASIL, 2013).

No intuito de orientar um ensino de qualidade que atenda às necessidades dos professores e dos estudantes, consta no Artigo 3 da LDB que o ensino “[...] será ministrado com base nos seguintes princípios: [...] II – liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o saber” (BRASIL, 2011, p. 9). Assim, a importância dada à pesquisa em sala de aula explícita nos documentos torna professor e estudante parceiros na pesquisa, situação não habitual na Educação escolar. Assim, *como promover essa parceria na Alfabetização e na Competência Científicas dos estudantes da Educação Básica no espaço e no tempo restrito da sala de aula?*

1.2 MODELAGEM NA EDUCAÇÃO

Para que os estudantes aprendam a pesquisar sobre temas de seu interesse, levando-os a apreciar as abordagens metodológicas para a solução de um problema de seu contexto, é necessário, de acordo com Biembengut (2014), que se utilizem métodos de ensino adequados que possibilitem aos estudantes compreender, interpretar e resolver situações-problema. Dentre esses métodos, defende-se um método de ensino com pesquisa que é denominado por Biembengut (1990) de Modelação – Modelagem na Educação.

Segundo Biembengut (2014, p. 21), Modelagem é o “[...] processo envolvido na elaboração de modelo de qualquer área do conhecimento” e, para a autora, “trata-se de um processo de pesquisa”. Na Matemática, a Modelagem é definida pela autora (ibid., p. 26) como “[...] área de pesquisa voltada à elaboração ou criação de um modelo matemático não apenas para uma solução particular, mas como suporte para outras aplicações e teorias”. Complementa ainda, afirmando que “o pesquisador na Modelagem busca explicar um fato ou fenômeno”.

Conforme Bassanezi (2002) e Biembengut (2004), a Modelagem, quando utilizada como método de pesquisa, promove novas ideias e técnicas, estimula a criatividade, contribui para tomada de decisão, além de promover a integração entre as diferentes áreas do conhecimento. No contexto de pesquisa, apresenta aplicabilidade em diversas áreas do conhecimento, conforme escreve Bassanezi (2002), na Biologia, Química e Física, além da Astrofísica, Engenharias e Economia, entre outras áreas. Isso é possível, pois a Modelagem possibilita representar matematicamente alguma situação-problema, permitindo obter resultados para tal situação e/ou a elaboração de novas teorias. Diante das vantagens e da diversidade de aplicabilidade que a Modelagem apresenta, Bassanezi (2002) defende que além de ser utilizada como método de pesquisa, pode também ser utilizada como estratégia de ensino e aprendizagem.

Biembengut (2014) afirma que a Modelagem na Educação – Modelação é uma adaptação da Modelagem Matemática e se aplica em cursos que dispõem de uma estrutura – como, por exemplo, programa curricular para ser cumprido, horário e local das aulas pré-estabelecidos e número de estudantes definido por sala de aula. Assim, quando utilizada no ensino, a Modelagem Matemática é denominada por Biembengut (1990) de Modelação e pode ser utilizada em qualquer nível de escolaridade.

Ao utilizar-se a Modelação no ensino, Biembengut (2014) destaca que é possível ensinar o conteúdo curricular aos estudantes e ensiná-los a fazer pesquisa, pois segundo a autora, para desenvolver uma pesquisa é necessário ter conhecimento sobre o assunto que se deseja pesquisar, saber as teorias e técnicas que poderão dar suporte à pesquisa, sendo que algumas dessas compõem o programa curricular. Assim, a Modelação tem como objetivo possibilitar aos estudantes uma melhor compreensão dos conceitos que estão sendo estudados, além de indicar alternativas para ler, interpretar, formular e resolver situações-problema, promovendo aos estudantes maior criatividade e criticidade, conforme aponta Biembengut (ibid.).

Para solucionar-se uma situação-problema ou compreender um fenômeno utilizando-se do processo de Modelação, perpassam-se três etapas definidas por Biembengut (ibid.): *Percepção e Apreensão; Compreensão e Explicitação; Significação e Expressão.*

- *Percepção e Apreensão*: nessa etapa os estudantes são motivados para aprender sobre algum assunto de outra área do conhecimento. Assim, devem perceber e apreender informações sobre o que se pretende melhor conhecer.
- *Compreensão e Explicitação*: nessa etapa os estudantes devem compreender o problema, formulando-o e resolvendo-o a partir da elaboração de um modelo, explicitando o problema que deu origem ao modelo.
- *Significação e Expressão*: nessa etapa é realizada a interpretação da solução e a avaliação do resultado para validar o modelo, além de expressar o que os estudantes aprenderam durante o processo de Modelação.

Dessa maneira, perpassando-se essas três fases da Modelação, Biembengut (2014) sustenta que é possível o estudante compreender uma situação, um contexto, utilizando-se da Matemática para descrever, representar e resolver essa situação e interpretar e validar a solução que encontrou para a situação-problema inicial.

De acordo com Blum (2007), a utilização da Modelagem Matemática no ensino contribui, significativamente, para que o estudante desenvolva competência. Nesse sentido, Blum (2007) defende que não basta apenas ensinar aos estudantes conhecimentos matemáticos, mas que é preciso ensiná-los a ter competência para aplicar esses conhecimentos em situações do dia a dia. Blum (2007, p. 12) considera competência como: “[...] habilidade de um indivíduo de executar certas ações apropriadas em situações de problemas onde estas ações são requeridas ou necessitadas”.

Assim, para Biembengut (2004), utilizar situações cotidianas em sala de aula nas quais o estudante precisa ter competência em identificar variáveis, traduzi-las e examiná-las, além de validar a solução, estimula o estudante para que ele seja mais crítico diante de situações do dia a dia. Além disso, a utilização dessas situações cotidianas em sala de aula, além de promoverem conhecimento, permite que estudantes aprendam a fazer pesquisa.

Bagno (2010) corrobora com essa defesa à pesquisa na formação dos estudantes nas escolas de Educação Básica, afirmando que:

Não podemos tratá-la com indiferença, menosprezo ou pouco caso na escola. Se quisermos que nossos alunos tenham algum sucesso na sua atividade futura – seja ela do tipo que for: científica, artística, comercial, industrial, técnica, religiosa, intelectual... –, é *fundamental e indispensável* que aprendam a pesquisar. E só aprenderão a pesquisar se os professores souberem ensinar (BAGNO, 2010, p.21, grifos do autor).

Nesse sentido, Biembengut (2004) defende que é possível promover conhecimento, ensinar aos estudantes a fazer pesquisa utilizando-se da Modelação em sala de aula, além de ensinar os conteúdos do programa curricular de tal maneira que os estudantes compreendam seu significado e sua utilidade para solução de alguma situação-problema.

Vale salientar que a Modelagem também é considerada nas avaliações de Letramento em Matemática do PISA, pois segundo INEP (2013a), a definição de Letramento Matemático utiliza o conceito de Modelagem como base para a avaliação. Para o processo de Modelagem, no documento consta que o estudante letrado matematicamente, quando diante de uma situação-problema, seria capaz de: identificar os aspectos matemáticos dessa situação-problema; formular essa situação matematicamente conforme os aspectos identificados; formular hipóteses; empregar conceitos, ferramentas e procedimentos matemáticos; interpretar os resultados obtidos no contexto da situação-problema; avaliar se os resultados obtidos são satisfatórios para a situação-problema.

Pelo que consta no documento do PISA, é possível identificar as etapas fundamentais da modelagem como: identificar a situação-problema, formular o problema e hipóteses, empregar conceitos, interpretar resultados e avaliá-los. Isso implica que tais etapas são válidas tanto para o Letramento Matemático na formação dos estudantes, quanto nos critérios de avaliação do Letramento Matemático na Educação Básica. Para Biembengut (2014), no processo de modelagem o estudante familiariza-se com a situação-problema; formula um problema, hipóteses e modelo, resolve o problema em função do modelo; interpreta a solução;

avalia o resultado e valida o modelo. No Mapa 2, apresenta-se um comparativo no processo de Modelagem de acordo com o PISA e segundo Biembengut (2014):

Mapa 2: Comparativo do processo de Modelagem.

PROCESSO DE MODELAGEM	
Biembengut (2014)	PISA (INEP, 2013a)
<ul style="list-style-type: none"> - Familiarização com a situação-problema. - Formulação do problema, hipóteses e modelo. - Resolução do problema. - Interpretação da solução. - Avaliação do resultado. - Validação do modelo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar situação-problema. - Formular problema matematicamente. - Formular hipóteses. - Empregar conceitos e procedimentos. - Interpretar os resultados. - Avaliar os resultados.

Fonte: Elaborado pela autora.

Assim como as etapas fundamentais da Modelagem são importantes para o Letramento em Matemática, também é importante que os estudantes saibam identificar questões científicas, explicar e utilizar evidências científicas para serem pessoas críticas e criativas inseridas na sociedade. Vale ressaltar que identificar questões científicas, explicar fenômenos cientificamente e utilizar evidências científicas são as competências científicas necessárias, definidas pelo PISA, para que o estudante seja considerado letrado cientificamente, segundo INEP (2013b). Essas competências foram explicitadas na Seção 1.1 *Alfabetização e Competência Científicas*.

Conforme exposto, espera-se que a Educação, mais especificamente no ensino de Matemática, consiga formar estudantes alfabetizados cientificamente e que tenham competência para aplicar seus conhecimentos científicos nas situações de seu dia a dia, contribuindo para o meio ambiente, para a sociedade, resolvendo situações-problema e posicionando-se de maneira crítica diante dessas situações.

Diante das definições de Alfabetização Científica apresentadas, compreende-se que uma pessoa é considerada alfabetizada cientificamente quando ela tem competência para aplicar os conhecimentos que possui, consegue posicionar-se de maneira crítica e tomar decisões de maneira consciente.

Diante do exposto, remete-se ao seguinte problema de pesquisa: *é possível promover Alfabetização e Competência Científicas aos estudantes do Ensino Fundamental por meio da Modelação? Se sim, como se constituem e sob qual nível de Alfabetização e Competência Científicas as expressões desses estudantes alcançam?*

Espera-se que esta pesquisa contribua para que os professores do Ensino Fundamental tenham dados e orientações que lhes permitam promover Alfabetização e Competência Científicas aos estudantes nos limites escolares, conforme proclamam os documentos oficiais.

1.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na delimitação de um problema, é necessário saber o quão esse problema é relevante e se já existem respostas e resultados disponíveis que são suficientes para resolver o problema em questão. Além disso, é preciso observar se tem necessidade de se fazer uma pesquisa para resolver o problema e quais as melhorias e mudanças que esses resultados podem acarretar.

De acordo como Biembengut (2008, p. 71), “a verdadeira pesquisa deve permitir a produção de novos objetos, novas técnicas, novos espaços, novos rumos, novos conhecimentos ou, ainda, mudar a relação das pessoas com os meios, os processos ou com as circunstâncias”. Considerando essas observações, a presente pesquisa que tem como propósito primacial a Modelagem nas Ciências e Matemática, busca responder a seguinte questão de pesquisa:

Qual nível de Alfabetização e Competência Científicas as expressões dos estudantes alcançam?

Esta questão geral suscita duas questões específicas necessárias para compor uma resposta:

- Como são constituídas as expressões das ideias de Matemática e Ciências dos estudantes na Modelação?
- Como se evidenciam a Alfabetização e a Competência Científicas nas expressões dos estudantes?

Para responder essas questões, estabelece-se o seguinte objetivo geral: *Analisar as ideias de Matemática e Ciências de estudantes do Ensino Fundamental a partir de suas expressões, oral e escrita, durante o processo de Modelação.*

Com foco nesse objetivo, busca-se alcançar os seguintes objetivos específicos:

- Compreender como são constituídas as expressões dos estudantes durante o processo de Modelação.
- Identificar, nas expressões dos estudantes, elementos de Alfabetização e Competência Científicas.

A fim de alcançar os objetivos estabelecidos e responder a questão de pesquisa estabelecida, a metodologia adotada é o Mapeamento na Pesquisa Educacional. Conforme Biembengut (2008), o Mapeamento trata de:

[...] um conjunto de ações que começa com a identificação dos entes ou dados envolvidos com o problema a ser pesquisado, para, a seguir, levantar, classificar e

organizar tais dados de forma a tornarem mais aparentes as questões a serem avaliadas; reconhecer padrões, evidências, traços comuns ou peculiares, ou ainda características indicadoras de relações genéricas, tendo como referência o espaço geográfico, o tempo, a história, a cultura, os valores, as crenças e as ideias dos entes envolvidos – a análise (BIEMBENGUT, 2008, p. 74).

De acordo com a autora (ibid.), ao utilizar o Mapeamento como princípio metodológico, é possível visualizar a realidade entendendo as informações nela contidas, identificar as informações e dados que são relevantes para a pesquisa, representar e explicitar essas informações e dados para que outras pessoas possam fazer uso.

Segundo Biembengut (ibid.), o Mapeamento na Pesquisa Educacional perpassa quatro fases de pesquisa: *Mapa de Identificação* é a fase na qual se reconhece e se planeja a pesquisa; *Mapa Teórico* é a fase na qual se faz uma revisão da literatura disponível sobre os conceitos e definições pertinentes ao tema ou problema de investigação, além das produções acadêmicas recentes e similares a este estudo; no *Mapa de Campo*, realiza-se o levantamento, organização e classificação de um conjunto de dados; o *Mapa de Análise* consiste na integração das teorias que fundamentam esta pesquisa, o *Mapa Teórico*, e os dados coletados, o *Mapa de Campo*.

O propósito dessa seção é identificar a pesquisa e seus procedimentos metodológicos e, para isso, Biembengut (ibid.) afirma que a ideia de *Mapa de Identificação* está intrinsecamente ligada no reconhecimento do campo em que o objeto de pesquisa está inserido. Segundo a autora, a identificação e o reconhecimento do campo da pesquisa são importantes para que a pesquisa não seja reduzida a concepções de senso comum.

Como o foco desta pesquisa é analisar as expressões dos estudantes, entende-se que a análise da pesquisa é qualitativa. Para orientar essa escolha, baseia-se nas características de pesquisa qualitativa apresentadas por Bogdan e Biklen (1994), pois afirmam que para esse tipo de estudo tem-se: o ambiente natural como sua principal fonte de dados; o pesquisador como seu principal instrumento de coleta; os dados coletados são predominantemente descritivos; a preocupação com o processo é maior do que com os resultados; o significado que os pesquisados dão às coisas são focos de atenção especial pelo pesquisador; e, a análise dos dados tende a seguir um processo indutivo.

Nesta pesquisa, o ambiente natural considerado foi a sala de aula dos estudantes-colaboradores, espaço em que se obteve os dados e o professor-pesquisador foi o principal instrumento de coleta de dados. Esses dados são descritivos, pois foram obtidos das atividades realizadas pelos estudantes e de suas expressões orais e escritas, além de anotações do

professor-pesquisador em diários de campo, entre outros; a análise foi centrada em compreender essas expressões dos estudantes.

Sobre a pesquisa qualitativa, Bicudo (2012, p. 116) afirma que “o qualitativo engloba a ideia do subjetivo, passível de expor sensações e opiniões. O significado atribuído a essa concepção de pesquisa também engloba noções a respeito de percepções de diferenças e semelhanças de aspecto comparáveis de experiências”, ou seja, permitir que estudantes-colaboradores se exponham, deem suas opiniões e que o professor-pesquisador perceba o que ocorre no ambiente.

Para realização desta pesquisa de cunho qualitativo, utilizou-se do mapeamento na pesquisa educacional que, conforme exposto, divide-se em quatro etapas. A primeira, *Mapa de Identificação*, compreende este primeiro capítulo. Na sequência, apresenta-se uma síntese das etapas do mapeamento: *Mapa Teórico*; *Mapa de Campo*; *Mapa de Análise*.

– *Mapa Teórico*

Conforme Biembengut (2008, p. 90), o mapa teórico consiste em “[...] fazer a revisão na literatura disponível dos conceitos e das definições sobre o tema ou a questão a ser investigada e, a seguir, das pesquisas acadêmicas recentemente desenvolvidas [...]”. Afirma que, a partir dessa revisão, é possível que se faça a delimitação do campo de análise, que se compreenda quais definições e conceitos estão sendo utilizadas nas pesquisas acadêmicas e como estas estão sendo utilizadas para, assim, fundamentar a pesquisa que se deseja desenvolver.

O Mapa Teórico desta pesquisa foi organizado em duas etapas. A primeira consistiu em buscar na literatura disponível os conceitos e definições sobre os temas Modelagem na Educação e Alfabetização e Competência Científicas, verificando semelhanças e diferenças nas conceituações e organizando-as em um mapa para facilitar a pesquisa. A segunda etapa consistiu no levantamento de produções recentes sobre Modelagem na Educação, Alfabetização e Competência Científicas.

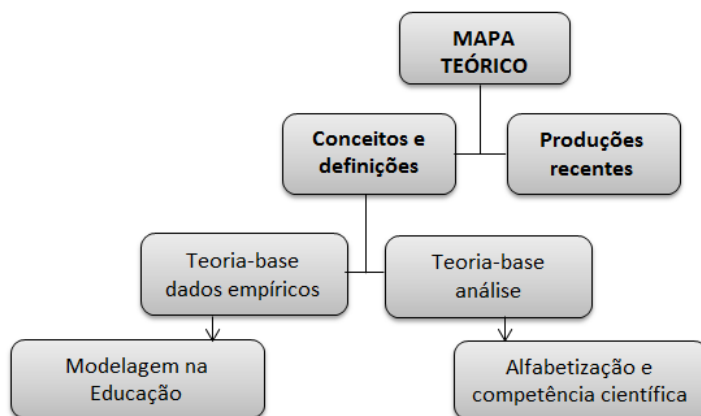
A primeira etapa – conceitos e definições – subdivide-se em duas subetapas:

- Subetapa 1: Modelagem na Educação, referência base em relação ao método utilizado na obtenção dos dados empíricos.
- Subetapa 2: Alfabetização e Competência Científicas, referência para análise dos dados obtidos.

Os conceitos e definições sobre Modelagem na Educação e Alfabetização e Competência Científicas, necessários para a primeira etapa, foram obtidos por meio de artigos científicos, livros, artigos em anais de eventos, dissertações e teses.

Na segunda etapa – produções recentes – foi realizado um levantamento e estudo sobre Modelagem na Educação, Alfabetização e Competência Científicas e, Modelos Mentais com objetivo de saber em que ponto deste mapa de produções se pode situar a presente pesquisa.

Mapa 3: Mapa Teórico



Fonte: Elaborado pela autora.

Sobre os temas-guia desta pesquisa, identificou-se e resumiu-se dezesseis produções entre artigos, dissertações e teses, produzidas no período de 2005 a 2013. Esses trabalhos foram buscados no Banco de Teses no *site* da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações – BDTD, na Scientific Electronic Library Online – SCieLO, na Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS e no *site* do Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino – CREMM.

Na seleção de produções sobre Modelagem na Educação, priorizaram-se produções que desenvolveram atividades de Modelagem em sala de aula e, outras, sobre questões teóricas. Para os trabalhos de Alfabetização e Competência Científicas, selecionaram-se produções que estavam relacionadas ao desenvolvimento da Alfabetização e Competência Científicas na Educação Básica e, para as produções sobre Modelos Mentais, priorizaram-se estudos sobre análise de Modelos Mentais de estudantes a partir de atividades em sala de aula.

No capítulo 2, o *Mapa Teórico* está dividido em quatro seções: 2.1. *Teoria-base para obtenção dos dados empíricos: Modelagem na Educação*; 2.2. *Teoria-base para análise dos*

dados: Alfabetização e Competência Científicas; 2.3. Produções Recentes; 2.4. Considerações sobre o Capítulo.

– *Mapa de Campo*

De acordo com Biembengut (2008, p. 101) o *Mapa de Campo* consiste em:

[...] estabelecer previamente um maior conjunto possível de meios e instrumentos para levantamento, classificação e organização de dados ou informações que sejam pertinentes e suficientes considerando pontos relevantes ou significativos e que nos valham como mapa para compreender os entes pesquisados.

Para a autora (ibid.), a credibilidade de uma pesquisa depende dos dados ou das informações levantadas e esse levantamento de dados pode ser por meio de informações dadas por pessoas ou por documentos que auxiliem no entendimento das questões ou fenômenos investigados. Os dados coletados podem ser levantados e organizados simultaneamente em tabelas, fluxogramas, esquemas, gráficos, ou seja, organizados em um mapa que permita um panorama das informações que se dispõem.

Esse *Mapa de Campo* seguiu três etapas: *Atividade Didática; Aplicação didática; Organização dos dados.*

A primeira etapa, *Atividade Didática*, consistiu na elaboração de uma Atividade Didática sobre o *tema leite*. Essa etapa foi dividida em duas subetapas:

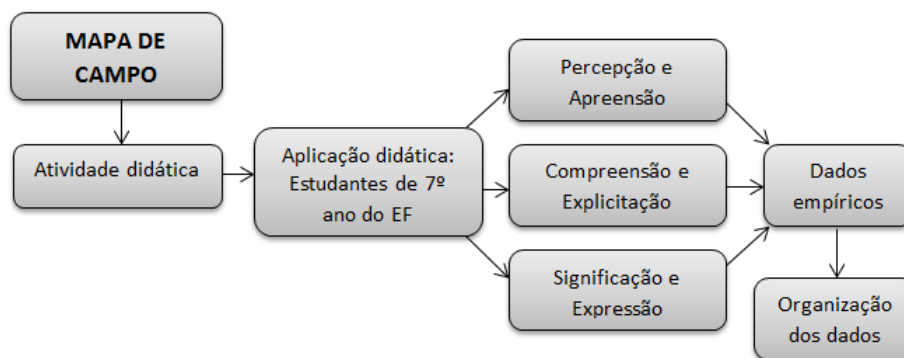
- Subetapa 1: a Atividade Didática foi elaborada de modo que fosse possível contemplar os conteúdos de Matemática do programa curricular do 7º ano do Ensino Fundamental. A Atividade Didática seguiu as etapas da Modelação e foi intitulada “*Conhecendo o Universo do Leite*”.
- Subetapa 2: identificou-se o grupo que participou da pesquisa e solicitou-se as autorizações junto à direção da escola e pais dos estudantes envolvidos. A pesquisa foi desenvolvida em duas turmas de 7º ano do Ensino Fundamental, totalizando 59 estudantes de uma escola municipal de Canoas, RS, onde a pesquisadora foi professora das turmas.

A segunda etapa, *Aplicação didática*, consistiu na aplicação da Atividade Didática durante as aulas de Matemática, em duas turmas de 7º ano do Ensino Fundamental, em horário regular, no turno da manhã, ocorrendo no segundo semestre de 2014. A aplicação ocorreu conforme as três etapas da Modelação definidas por Biembengut (2007; 2014):

Percepção e apreensão; Compreensão e explicitação; Significação e expressão. Em todas as etapas, consideraram-se os conhecimentos que os estudantes tinham sobre os conceitos necessários para a Modelação sobre o *tema leite*, bem como o entendimento que possuem desses conhecimentos e a maneira com aplicaram esses conhecimentos durante o processo de Modelação.

A terceira etapa, *Organização dos dados*, consistiu na organização e classificação dos dados coletados durante a aplicação didática. Com objetivo de analisar a Alfabetização e Competência Científicas dos estudantes, priorizaram-se as expressões orais e escritas dos estudantes durante o processo de Modelação e o relatório de observações da autora desta pesquisa. O relatório foi elaborado no período de agosto/2014 a novembro/2014.

Mapa 4: Mapa de Campo



Fonte: Elaborado pela autora.

Durante a organização e classificação dos dados coletados, observou-se a relação entre esses dados em uma tentativa de compreender o seu significado. Conforme Biembengut (2008, p. 112), “[...] com organização e classificação adequada, os dados se tornam mais claros e eficazes para nós, tanto para revisão, quanto para compreensão, interpretação e representação da pesquisa que estamos tratando”.

No capítulo 3, o *Mapa de Campo* está dividido em duas seções: *3.1 Descrição da aplicação da Atividade Didática*; *3.2 Síntese dos principais resultados – Considerações*.

– *Mapa de Análise*

Biembengut (2008) propõe o *Mapa de Análise* como sendo a integração entre as definições, os conceitos e os resultados de pesquisas considerados mais relevantes para a

pesquisa – *Mapa Teórico* e os dados de campo coletados considerados mais importantes – *Mapa de Campo*. Para realização da análise, Biembengut (2008, p. 117, grifos do autor), orienta que é necessário ter “[...] cuidadosa *percepção e compreensão* dos dados levantados, criteriosa *interpretação e avaliação* da linguagem, da paisagem, das ideias e criativa *representação* do quadro desta ação, de forma a produzir a imagem ilustrativa da pesquisa ou os resultados desta - mapa”.

Para fazer a integração do *Mapa Teórico* com o *Mapa de Campo* neste *Mapa de Análise*, buscou-se compreender e analisar os dados empíricos coletados que foram obtidos por meio da aplicação didática de Modelação com estudantes do Ensino Fundamental, com base nos conceitos e definições oriundos das teorias de Modelagem na Educação e Alfabetização e Competência Científicas, bem como de resultados das pesquisas similares ao tema desenvolvido nesta pesquisa.

Da integração do *Mapa de Campo* com o *Mapa Teórico* foram estabelecidas as categorias de análise com base nas competências científicas estabelecidas pelo PISA, conforme INEP (2008; 2013b). As competências científicas definidas pelo PISA são:

- *Identificar questões científicas*: consiste em identificar questões científicas e reconhecer as características para fazer-se investigação científica. As características são referentes aos elementos que podem ser comparados, as variáveis que podem ser controladas e a maneira como os dados podem ser obtidos.
- *Explicar fenômenos cientificamente*: consiste em aplicar o conhecimento de Ciências em diversas situações, interpretando fenômenos de maneira científica, prevendo mudanças, explicando e fazendo previsões.
- *Utilizar evidências científicas*: consiste em elaborar argumentos e conclusões baseadas em evidências científicas para se chegar às conclusões considerando os dados disponíveis, pressupostos e evidências. Além disso, consiste em refletir sobre as implicações sociais da Ciência e do desenvolvimento da Tecnologia.

Com objetivo de verificar as competências científicas que o estudante possui, o PISA estabelece uma escala de proficiência em Ciências com seis níveis, conforme síntese apresentada no mapa 5. Segundo o relatório nacional da avaliação do PISA, realizada em 2006, o estudante é considerado apto para inserir-se de maneira ativa e consciente na sociedade, se ele é classificado, pelo menos, no nível 2 da escala de proficiência, pois no nível 1 o estudante não apresenta ter competência científica suficiente para inserir-se plenamente na sociedade contemporânea (INEP, 2008).

Mapa 5: Níveis de proficiência em Ciências – PISA.

Nível	O que os estudantes fazem em cada nível
6	Identificam com segurança, explicam e aplicam conhecimentos científicos e conhecimentos sobre Ciências em muitas situações complexas de vida. Relacionam diferentes informações, usando evidências dessas informações para justificar decisões. Apresentam capacidade de reflexão científica avançada e demonstram vontade de utilizar seu conhecimento científico para resolver questões científicas e tecnológicas novas. Além disso, apresentam recomendações e decisões centradas em situações pessoais, sociais e globais, amparadas em argumentos com base em conhecimentos científicos.
5	Os estudantes identificam componentes científicos em situações complexas da vida, aplicando conceitos científicos e conhecimentos sobre Ciências, sendo capazes de comparar, selecionar e avaliar evidências científicas apropriadas para responder a situações da vida. Utilizam habilidades de pesquisa bem desenvolvidas, relacionam apropriadamente conhecimentos e refletem de maneira crítica sobre as situações da vida. Constroem explicações baseadas em evidências e argumentos com base em sua análise crítica.
4	O estudante trabalha com situações e questões que envolvem fenômenos explícitos que requerem capacidade de fazer inferências sobre o papel da Ciência e da Tecnologia. Selecionam e integram explicações de diferentes áreas de Ciência ou Tecnologia, relacionando-as a situações da vida. Refletem sobre suas ações e comunicam decisões com base em conhecimentos e evidências científicas.
3	O estudante identifica questões científicas definidas em diversos contextos. Selecionam fatos e conhecimentos para explicar fenômenos, aplicando modelos simples e estratégias de pesquisa. Interpretam e usam conceitos científicos de diversas áreas aplicando-os diretamente. Dissertam sobre fatos e tomam decisões com base nos conhecimentos científicos.
2	O estudante apresenta conhecimentos científicos razoáveis, fornecendo explicações científicas em contextos familiares e conclusões que são baseadas em investigações simples.
1	O estudante apresenta limitado conhecimento científico, sendo que consegue aplicá-lo apenas em situações familiares. Apresenta explicações científicas óbvias e conclusões apenas quando as evidências são apresentadas explicitamente.

Fonte: Adaptado INEP (2008; 2013b).

Nesta pesquisa, as categorias de análise foram estabelecidas a partir de uma adaptação dessa escala de proficiência em Ciências, sendo estabelecidas seis categorias análise correspondentes aos níveis da escala de proficiência do PISA.

Como o objetivo desta pesquisa é analisar as ideias de Matemática e Ciências de estudantes do Ensino Fundamental, a partir de suas expressões oral e escrita, durante o processo de Modelação, a fim de verificar a Alfabetização e Competência Científicas desses estudantes baseado nas categorias de análise estabelecidas, possibilitou-se verificar a competência científica dos estudantes participantes desta pesquisa, se estão aptos a inserir-se ativamente e conscientemente na sociedade, ou seja, se os estudantes atingem, no mínimo, o nível 2 de proficiência em Ciências. Considerando-se o objetivo estabelecido, buscou-se apoio teórico nas vertentes que sustentam esta pesquisa: Modelagem na Educação, Alfabetização e Competência Científicas e, Modelos Mentais. No capítulo 4, o *Mapa de Análise* está dividido em duas seções: *4.1 Análise da Aplicação da Atividade Didática*; *4.2 Conclusão e recomendações*.

CAPÍTULO II – MAPA TEÓRICO

A realização de uma pesquisa requer que o pesquisador tenha clareza dos conceitos e definições que a sustentam. Assim, nesta pesquisa, buscou-se apoio na teoria de Modelagem na Educação para obtenção de dados empíricos e para análise destes, nas teorias que abordam a Alfabetização e Competência Científicas e, também, Modelos Mentais.

De acordo com Biembengut (2008, p. 90), compor o *Mapa Teórico* requer uma revisão na literatura disponível sobre os conceitos e definições que sustentam a pesquisa, além de estudo das produções acadêmicas recentes que estão inseridas no mesmo campo de pesquisa, pois “os conceitos e as definições envolvidos não apenas nos esclarecem o tema e delimitam o campo de análise, como também nos auxiliam a compreender quais e como estes conceitos e definições foram utilizados nas pesquisas realizadas em que pretendemos nos fundamentar”.

Como o objetivo desta pesquisa é analisar a Alfabetização e Competência Científicas de estudantes do Ensino Fundamental a partir da Modelação, o *Mapa Teórico* foi realizado em três etapas:

- 2.1 Modelagem na Educação: teoria suporte dos procedimentos didáticos para obtenção de dados empíricos.
- 2.2 Alfabetização e Competência Científicas e Modelos Mentais: teorias suporte para análise dos dados.
- 2.3 Produções recentes: mapa das produções acadêmicas recentes sobre as teorias que sustentam esta pesquisa.

As produções recentes sobre as teorias que sustentam esta pesquisa, Modelagem na Educação, Alfabetização e Competência Científicas e Modelos Mentais foram identificadas por meio de buscas realizadas nos endereços eletrônicos: do Banco de Teses da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES; na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações – BDTD; na Scientific Electronic Library Online – SCieLO; na Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS; no Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino – CREMM.

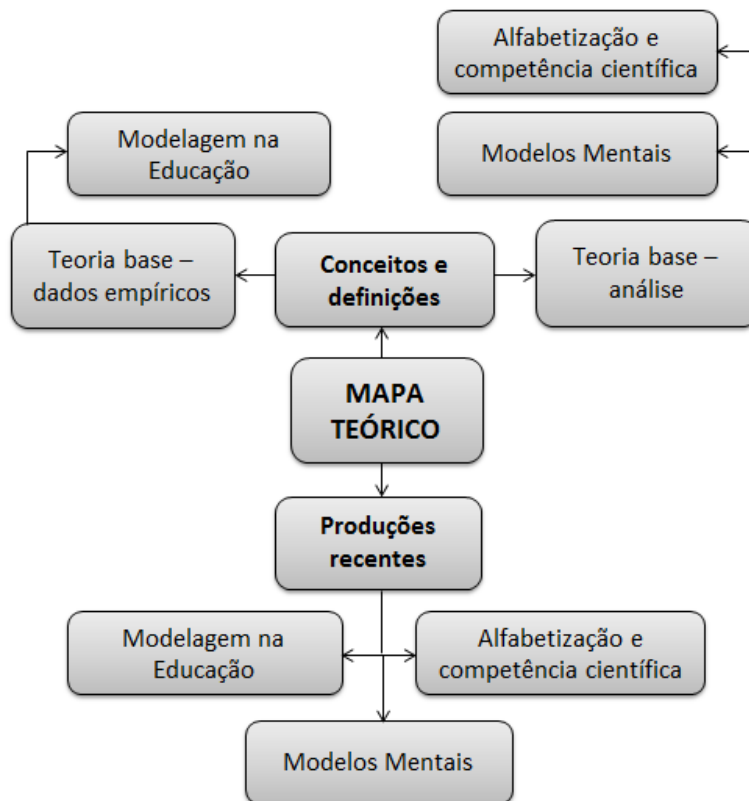
Das produções identificadas, fez-se a seleção das produções similares que pudessem auxiliar na compreensão dos dados empíricos. De cada uma das produções selecionadas, elaborou-se um resumo para compor o *Mapa Teórico* desta pesquisa.

Desse modo, neste *Mapa Teórico* buscou-se apresentar a conceituação e definição das teorias que sustentaram esta pesquisa e um mapa de pesquisas similares, o qual possibilitou

verificar se esta pesquisa é relevante suficiente para ocupar um lugar no mapa das produções existentes.

No mapa 6 apresentam-se as etapas iniciais da elaboração deste *Mapa Teórico*.

Mapa 6: Estrutura do Mapa Teórico.



Fonte: Elaborado pela autora.

Assim, este capítulo - *Mapa Teórico* - encontra-se dividido em quatro seções: 2.1 *Teoria-base para obtenção dos dados empíricos: Modelagem Matemática na Educação*; 2.2 *Teorias-base para análise dos dados: Alfabetização e Competência Científicas e, Modelos Mentais*; 2.3 *Produções recentes*; 2.4 *Considerações sobre o capítulo*.

2.1 TEORIA-BASE PARA OBTENÇÃO DOS DADOS EMPÍRICOS: MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO

O termo modelagem é apresentado no dicionário Michaelis como ação de modelar, fazer uma Modelação, ou seja, fazer um modelo, ou molde, reproduzir com precisão. Contudo, o termo se faz presente, em particular, nas produções de Matemática Aplicada. Assim, conforme Blum (2007), a Modelagem Matemática busca transformar problemas da realidade (extramatemáticos) em problemas matemáticos.

Para Biembengut (2004) e Bassanezi (2002), Modelagem Matemática é o conjunto de procedimentos envolvidos na elaboração de um modelo, sendo este “[...] um conjunto de símbolos e relações Matemáticas que procuram traduzir, de alguma forma, um fenômeno em questão ou problema de situação real” (BIEMBENGUT, 2004, p. 20), sendo utilizado, em particular, nas Ciências.

De acordo com Bassanezi (2002), a Modelagem Matemática tem sido utilizada para tentar entender a realidade na qual se está inserido e obter meios para atuar sobre essa realidade, na tentativa de mudá-la. No campo científico, o autor afirma que:

pode-se dizer que as ciências naturais como Física, a Astrofísica e a Química já estejam hoje amplamente matematizadas em seus aspectos teóricos. As ciências biológicas, apoiadas inicialmente nos paradigmas da Física e nas analogias consequentes foram ficando cada vez mais matematizadas. Nesta área a matemática tem servido de base para modelar, por exemplo, os mecanismos que controlam a dinâmica de populações, a epidemiologia, a ecologia, a neurologia, a genética e os processos fisiológicos (ibid., p. 19).

A Modelagem Matemática nas Ciências, conforme Biembengut (2004), não é uma ideia nova, pois a essência da modelagem sempre esteve presente na elaboração das teorias científicas, buscando descrever, interpretar e explicar fenômenos.

Na Educação, os primeiros debates sobre Modelagem Matemática ocorreram na década de 1970 no cenário nacional e internacional, segundo afirma Biembengut (2014). Nesse caso, quando aplicada à Educação, ou seja, atendendo às exigências curriculares, a Modelagem Matemática é definida por Biembengut (1990; 2014) como um método de ensino com pesquisa denominado de Modelação.

Nesta seção apresentam-se os aportes teóricos para coleta dos dados empíricos desta pesquisa. Esta seção divide-se em duas subseções: *2.1.1 Modelagem Matemática: conceitos e definições*; *2.1.2 Modelagem Matemática na Educação: propostas e discussões*.

2.1.1 Modelagem Matemática: conceitos e definições

A Modelagem Matemática, na concepção de Biembengut (2004) e Bassanezi (2002), é um conjunto de procedimentos realizados para obter-se um modelo matemático que pode ser de diferentes áreas do conhecimento. De acordo com Biembengut (2014, p. 20), “um modelo é um conjunto de símbolos os quais interagem entre si representando alguma coisa”. A representação de um modelo, segundo a autora, pode ser dada por meio de “desenho ou imagem, projeto, esquema, gráfico, lei matemática, dentre outras formas”.

Bassanezi (2002) define dois tipos de modelos: *Modelo objeto* e *Modelo teórico*.

- *Modelo objeto*: representa alguma coisa ou algum fato da realidade, cuja representação pode ser conceitual, no caso uma fórmula matemática, pictórica sendo dada por meio de mapas, desenhos ou esquemas ou, ainda, pode ser uma representação simbólica.
- *Modelo teórico*: relacionado a uma teoria geral que já existe, sendo que “será sempre construído em torno de um modelo objeto com um código de interpretação” (ibid., p. 20) e possui as características reais do que está sendo estudado.

O modelo matemático, para Bassanezi (2002) e Biembengut (2014), é formado de símbolos e relações matemáticas que representam alguma situação relacionada à natureza, à sociedade, ao cotidiano, entre outras. Para os autores, o modelo pode servir para solucionar uma simples situação-problema ou, até mesmo, para elaborar novas teorias, sendo elaborado conforme a situação que está sendo analisada. Para os autores, o modelo que é elaborado no processo de Modelagem Matemática nem sempre representa a realidade, mas apresenta aproximações, possibilitando algum tipo de compreensão da situação-problema em questão.

Segundo Blum (2007), a Modelagem Matemática tem objetivo de transformar problemas reais (extramatemáticos) em problemas matemáticos que serão resolvidos com a utilização de ferramentas da Matemática e a solução será interpretada na linguagem do problema real. Ressalta, também, que a importância da Modelagem Matemática está em formular suposições para aprimorar ou criar outras novas teorias.

Para obter-se um modelo que possa solucionar uma situação-problema, seja ele matemático ou não, é necessário que se faça uma modelagem. Nesse sentido, é necessário ter conhecimento das etapas envolvidas na elaboração desse modelo, realizando-se o processo de modelagem.

Assim, as etapas que Bassanezi (2002) propõe para o processo de modelagem são: 1) *Experimentação*: etapa na qual se obtém os dados; 2) *Abstração*: etapa em que se formula o

modelo, seleciona-se as variáveis e formula-se as hipóteses; 3) *Resolução*: etapa na qual se resolve o modelo utilizando o método mais adequado para a situação analisada; 4) *Validação*: etapa que consiste na comparação do modelo elaborado a partir da hipóteses com os dados de campo obtidos, a fim de verificar a adequabilidade da solução; 5) *Modificação*: caso o modelo obtido não seja satisfatório para solucionar o problema, essa etapa acontece, ou seja, reformula-se e modifica-se o modelo retornando às etapas anteriores.

De acordo com Blum (2007, p. 1), modelo matemático é determinado por elementos do domínio extramatemático e por elementos do domínio matemático. No domínio extramatemático são identificadas as questões a serem investigadas e os problemas a serem resolvidos. No domínio matemático, encontram-se os métodos e ferramentas para solucionar esses problemas. Além disso, faz-se uma avaliação e validação do domínio extramatemático ao domínio matemático. Assim, obtém-se um modelo matemático que, se não for adequado para o domínio extramatemático, inicia-se um novo processo de modelagem até que se obtenha o modelo adequado que solucione satisfatoriamente o problema. Desse modo, segundo o autor, o processo de modelagem é cíclico.

Conforme afirma Blum (2007), o processo de modelagem acontece mediante uma situação-problema que pode ser de diversas áreas. Com objetivo de representar essa situação-problema de maneira mais específica, ela é transformada em outra linguagem para, então, obter-se uma solução. Nesse processo são coletados dados que darão indícios de qual modelo matemático será mais eficaz.

Biembengut (2014) apresenta o processo de modelagem em três etapas: *Percepção e Apreensão*; *Compreensão e Explicitação*; *Significação e Expressão*. Essas etapas compreendem oito subetapas.

- *Percepção e Apreensão*: nesta etapa faz-se o reconhecimento da situação-problema, familiariza-se com o assunto e descrevem-se os dados encontrados. Para isso, é necessário que sejam feitos estudos diretos e/ou indiretos. Essa etapa subdivide-se em duas subetapas: percepção no reconhecimento da situação-problema e apreensão na familiarização com o assunto a ser modelado, pois “na medida em que *percebemos*, nos familiarizamos com os dados, a situação torna-se mais clara e *apreendemos*” (ibid., p. 24, grifos do autor).
- *Compreensão e explicitação*: nesta etapa faz-se a formulação do problema e do modelo para, então, solucionar-se o problema a partir do modelo obtido. Para isso, deve-se fazer a seleção das variáveis, o levantamento de hipóteses e determinar como

o problema será resolvido. Nesta etapa, que se subdivide em três subetapas, faz-se a tradução da situação-problema para a linguagem Matemática: compreensão na formulação do problema, explicitação na formulação do modelo matemático, e explicitação na resolução do problema a partir do modelo, pois “baseada em uma *compreensão* criteriosa da situação-problema ou fenômeno, buscamos propor um sistema conceitual, a fim de *explicitar* os dados” (ibid., p. 24, grifos do autor).

- *Significação e expressão*: nesta etapa deve-se interpretar e avaliar os resultados que foram obtidos na etapa anterior. Se forem válidos para o problema que originou o processo, o modelo será validado. Se não ocorrer a validação, deve-se voltar para a etapa anterior para que as variáveis e hipóteses sejam revistas e ajustadas. Esta se subdivide em três: significação na interpretação da solução, significação na validação do modelo – avaliação e expressão do processo e do resultado – modelo.

No mapa 7, apresenta-se um comparativo das etapas e subetapas do processo de modelagem definidas por Bassanezi (2002), Blum (2007) e Biembengut (2014).

Mapa 7: Etapas e subetapas do processo de modelagem.

PROCESSO DE MODELAGEM		
Bassanezi (2002)	Blum (2007)	Biembengut (2014)
Experimentação	Situação-problema/ transformação em situação Matemática / coleta de dados	Percepção e Apreensão: Familiarização com o tema
Abstração e Resolução	Elaboração do modelo/ Resolução do modelo	Compreensão e Explicitação: Formulação e resolução do modelo matemático
Validação e Modificação	Validação do modelo	Significação e Expressão: Interpretação da solução e validação do modelo

Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo Bassanezi (2012), em uma mesma situação-problema, a cada vez que se constrói um novo modelo, é necessário ter novos conhecimentos para tal, seja da área na qual está inserido o fenômeno investigado, seja da própria Matemática utilizada. Para o autor, a garantia de se obter um resultado final satisfatório depende da criatividade e habilidade do modelador. A utilização da Modelagem Matemática amplia a forma de pensar e agir, que “é a produção do saber aliado à abstração e formalização, interligadas a fenômenos e processos empíricos encarados como **situação-problema**” (ibid., 2012, p. 10, grifos do autor).

Biembengut (2014) classifica a Modelagem Matemática em duas categorias. Essa classificação é dada em função dos modelos que são obtidos no processo de modelagem. As categorias são *Modelagem Matemática Física* e *Modelagem Matemática Simbólica*.

- *Modelagem Matemática Física*: é constituído de “um processo envolvido na expressão, na reprodução e/ou na descrição de um conjunto de dados ou de imagem ou um ente físico” (ibid., p. 22). Nesse caso, o modelo pode ser de escala ou analogia. O primeiro consiste em modelos que são desenhos ou réplicas. O modelo de analogia consiste em representações gráficas ou algébricas.
- *Modelagem Matemática Simbólica*: é constituído de “um processo envolvido na compreensão e na análise de um conjunto de dados de um ente físico (produto ou processo), da natureza ou do ambiente social” (ibid. p. 22). Na obtenção do modelo simbólico é necessária a utilização de teorias matemáticas e/ou de teorias de outras áreas do conhecimento que estejam envolvidas.

A utilização da Modelagem Matemática requer planejamento e estudo prévio. De acordo com Bassanezi (2002), a Modelagem Matemática quando aplicada em diversas situações, apresenta restrições e sua utilização somente é considerada adequada se ela contribuir para a compreensão da situação que está sendo analisada. Nesse sentido, complementa afirmando que “a modelagem eficiente permite fazer previsões, tomar decisões, explicar e entender; enfim participar do mundo real com capacidade de influenciar em suas mudanças” (ibid., p. 31).

Biembengut (2004) destaca que a modelagem quando utilizada como método de pesquisa, contribui para a tomada de decisão, compreensão da realidade, elaboração de novas técnicas de informação, estimula a criatividade, além de promover a integração com outras áreas do conhecimento.

Diante da utilização e das contribuições da Modelagem Matemática na área da pesquisa científica, Bassanezi (2002) escreve que sua utilização pode ocorrer, também, como estratégia de ensino e aprendizagem. Nesse intuito de utilizar a modelagem no ensino, Biembengut (2004) aponta que, como a modelagem está presente em diversas situações do dia a dia das pessoas nas quais é necessária a obtenção de soluções e tomada de decisões, é importante que se utilize em sala de aula. Argumenta que, além de possibilitar a obtenção de soluções e estimular a tomada de decisão, estimula os estudantes a relacionarem seus conhecimentos com outras áreas do conhecimento, contribuindo, assim, para o desenvolvimento de competências e de novos conhecimentos.

2.1.2 Modelagem Matemática na Educação: propostas e discussões

A Modelagem Matemática na Educação, conforme Biembengut (2009), vem sendo discutida no Brasil e em outros países desde a década de 1970. No Brasil, as primeiras propostas tratando da inserção da Modelagem Matemática nas salas de aula do Ensino Superior, assim como em atividades de pesquisa, ocorreram, ao mesmo tempo, que em outros países.

Desde os anos de 1990, em particular, segundo Biembengut (2010), tem aumentado o movimento pela utilização da Modelagem Matemática como método de ensino e aprendizagem. As razões desse aumento são devido ao crescente número de pesquisas que mostram que a modelagem na Educação contribui para estimular a aprendizagem da Matemática, além de mostrar que a Modelagem Matemática possibilita aos estudantes fazerem uso da Matemática para compreender uma situação ou resolver um problema da área das Ciências da Natureza ou Humana que seja do interesse deles. Essas pesquisas têm estimulado a incorporação das propostas nos documentos oficiais de Educação do Brasil e dos mais diversos países.

Segundo Biembengut (1990) a Modelagem Matemática, quando utilizada no ensino regular, é denominada de Modelação, pois considera que nesse caso existem programas curriculares que devem ser cumpridos, uma estrutura organizacional a ser seguida e um grupo de estudantes já estabelecidos. Assim, a Modelação segundo Biembengut (2014) é utilizada como método de ensino que se orienta pelo ensino do conteúdo curricular a partir da elaboração de modelos de diversas áreas do conhecimento e pela orientação dos estudantes à pesquisa.

Nesse sentido, na Modelação, a etapa da validação do modelo não é considerada pela autora a etapa mais importante, e sim, o processo de obtenção desse modelo, a interpretação e análise crítica do mesmo. Segundo a autora, no processo de Modelação o estudante tem oportunidade de compreender a Matemática de maneira contextualizada, abrangendo conteúdos curriculares e extracurriculares. Assim, o modelo serve de motivador para a aprendizagem de conteúdos curriculares e outros temas diversificados que sejam do interesse dos estudantes. Nesse sentido, Biembengut (2010, p. 3) destaca que:

na medida em que o professor desenvolve temas atuais e de forma compreensível é possível aprimorar a compreensão dos estudantes em relação aos conceitos de ciências e matemática e instigá-los a se interessar pelas questões sobre o meio em que habitam; atraindo-os a se inteirarem de assuntos que eles têm certa percepção via meios de comunicação ou informativos.

Burak (2004, p. 5) também afirma que a Modelagem na Educação, além de favorecer o ensino, favorece a pesquisa em sala de aula, ou seja, “[...] ao trabalhar com temas diversos, de livre escolha do grupo ou dos grupos, favorece a ação investigativa como forma de conhecer, compreender e atuar naquela realidade”. Justifica isso, afirmando que “não se pode intervir, de forma adequada, numa realidade que não se conhece. Assim, ao trabalhar um tema, procura-se conhecer as várias dimensões ou aspectos envolvidos que compõem essa realidade”.

Assim, na Modelação, os conteúdos são ensinados a partir da abordagem de situações da realidade, envolvendo assuntos da sociedade, tecnologia, cultura e que envolvem outras áreas do conhecimento. Diante disso, ao participar ativamente das etapas do processo de Modelação, os estudantes são motivados a refletir criticamente sobre a situação analisada, sobre a solução obtida além de interagir com questionamentos e sugestões. Desse modo, a principal vantagem de se utilizar a Modelação como método de ensino com pesquisa é a aprendizagem da Matemática e de outros assuntos, além da aquisição de Competências por parte do estudante, contribuindo, assim, para formação cidadã deste.

Conforme afirma Burak (2004), a utilização da Modelagem Matemática no ensino possibilita que um mesmo conteúdo matemático seja abordado a partir de diversas situações-problema distintas “[...] favorecendo significativamente a compreensão das ideias fundamentais [...]”, além de “[...] contribuir de forma significativa para a percepção da importância da Matemática no cotidiano da vida de cada cidadão [...]” (ibid., p. 4-5).

De acordo com Biembengut (2014, p. 40), na Modelação – Modelagem na Educação, “objetiva-se, fundamentalmente, proporcionar ao estudante melhor apreensão dos conceitos matemáticos, capacidade para ler, interpretar, formular e resolver situações-problemas e, também, despertar senso crítico e criativo”.

Desse modo, vale destacar que, conforme afirma Biembengut (2004), na modelagem, o objetivo de quem a faz é fazer pesquisa. Já na Modelação, o objetivo é promover conhecimentos aos estudantes. Assim, elas se diferem em dois aspectos: primeiro, é que a modelagem é um método de pesquisa, enquanto a Modelação é considerada um método de ensino. Ambas, modelagem e Modelação, dependendo do contexto em que serão aplicadas, podem necessitar de modificações no processo de aplicação. Outro aspecto que as diferem é que a modelagem prima pela obtenção de um modelo que apresente soluções satisfatórias ao pesquisador, enquanto a Modelação tem como objetivo ensinar, com pesquisa, os conteúdos curriculares e não curriculares aos estudantes.

Conforme Bassanezi (2002), a utilização da modelagem no ensino tem como objetivo um ensino de Matemática mais significativo para o estudante, que leve em consideração a realidade dele e da escola. Além disso, considera que utilizar a modelagem no ensino é importante para despertar no estudante o interesse pela Matemática e por algum assunto que não conheça ainda, envolvendo-se ativamente no processo de Modelação. Segundo o autor, “com a modelagem o processo de ensino-aprendizagem não mais se dá no sentido único do professor para o aluno, mas como resultado da interação do aluno com o seu ambiente natural” (ibid., p. 38).

Nesse mesmo sentido, Meyer (2011, p. 79), destaca que no contexto da educação a modelagem pode:

[...] ser compreendida como um caminho para o processo de ensino e aprendizagem da Matemática ou para o “fazer” Matemática em sala de aula, referindo-se à observação da realidade (do aluno ou do mundo) e, partindo de questionamentos, discussões e investigações, defronta-se com um problema que modifica ações na sala de aula, além da forma como se observa o mundo.

Desse modo, na modelagem o mais importante é ensinar e aprender Matemática com objetivo de formar estudantes com capacidade para refletir e agir nas diversas situações cotidianas (MEYER, 2011, p. 55). Sobre isso, o autor afirma que:

Estamos preocupados em problematizar certa situação da realidade vivida e, a partir dali, usar procedimentos, regras e convenções que determinamos como Matemática para os alunos (e nós também) compreendermos essas situações da realidade. Estamos mais preocupados com as questões sociais, culturais e políticas: aprender Matemática é para ser cidadão – plenamente.

Para defender a utilização da Modelagem Matemática na Educação, Bassanezi (2002) apresenta alguns argumentos. Entre eles: desenvolvimento de capacidade, atitudes e criatividade dos estudantes; formação de opinião dos estudantes; utilização da Matemática para resolução de problemas de diversas áreas do conhecimento; compreensão e interpretação da Matemática nas suas diferentes apresentações; compreensão de argumentos matemáticos, conceitos e resultados, além de valorizar a Matemática.

Biembengut (2014) traz que a Modelação pode ser utilizada sob duas perspectivas: ensinar o conteúdo programático e orientar os estudantes a modelar. A primeira consiste em utilizar a Modelação e desenvolver o conteúdo programático seguindo as etapas do processo de modelagem. O conteúdo é apresentado na segunda etapa, compreensão e explicitação,

juntamente com exemplos de aplicações. Nessa perspectiva, a autora orienta que o tema de Modelação seja o mesmo para toda a turma.

A segunda perspectiva consiste em criar condições para que os estudantes aprendam a fazer pesquisa. Pode ser feita de duas maneiras, não necessariamente separadas: em horário regular de aula e/ou atividade extraclasse, como projeto. Nas duas maneiras, é importante que os trabalhos sejam desenvolvidos em grupos, com momentos para orientação. Essa perspectiva é utilizada em paralelo a anterior, ensinar o conteúdo programático.

Embora sejam apresentados argumentos em favor da utilização da Modelagem Matemática na Educação, Biembengut (2004) apresenta algumas dificuldades na utilização da Modelagem Matemática em cursos regulares, que são: divisão do currículo em várias disciplinas e períodos, sendo cada disciplina de responsabilidade de um professor; currículo engessado em que cada professor tem um programa de conteúdos para cumprir; número de estudantes por sala de aula; duração dos períodos; professores que na sua formação não aprenderam Modelagem Matemática e, por isso, tem dificuldade de ensinar e utilizá-la nas suas aulas.

Biembengut (2004) também aponta que existe um entendimento equivocado por parte dos professores ao tentarem utilizar a modelagem no ensino em suas aulas, apontando três situações mais frequentes: o professor acredita que está usando modelagem pelo simples fato de identificar conceitos e conteúdos matemáticos em situações quotidianas dos estudantes; o professor acredita que está usando modelagem pelo fato de contextualizar o conteúdo e buscar dados quotidianos para explicá-lo; frequentemente o professor não termina o processo de modelagem: realiza as primeiras etapas com os estudantes, mas o conclui precocemente, sem elaborar o modelo com os educandos que, para a autora, é o mais importante do processo de Modelação.

As dificuldades que ocorrem na utilização da Modelagem Matemática na Educação podem ser minimizadas, conforme afirma Bassanezi (2002). Para isso, o processo clássico de modelagem precisa ser modificado para atender as especificações do contexto escolar “[...] levando-se em conta o momento de sistematização do conteúdo e utilizando uma analogia constante com outras situações problemas” (ibid., p. 38). Complementa, afirmando que trata-se de uma estratégia de ensino e, por isso, o mais importante não é a obtenção de um modelo ótimo, mas sim, seguir as etapas aplicando os conteúdos.

Desse modo, Biembengut (2004) enfatiza a necessidade de primeiro aprender modelagem para, depois, poder ensinar. Além disso, aponta que o professor precisa ter

experiência para desenvolver o processo com os estudantes. Nesse sentido, Bassanezi (2002) comenta que para aprender a fazer modelagem, é necessário praticá-la, além de ter senso crítico e criativo, estabelecendo objetivos para que se faça um trabalho de qualidade.

Da mesma forma, Meyer (2011, p. 66) destaca a necessidade de repensar a formação desses professores, apontando que o principal foco é fazer com que o professor

[...] perceba que as regras e convenções estabelecidas daquilo que denominamos de “Matemática” ganhe significado nas aplicações que fazemos delas no contexto em que tais regras estão sendo aplicadas, e não somente na transmissão de conteúdos já sedimentados – descontextualizados.

Meyer (2011) complementa que deve ficar claro ao professor em formação que “[...] sua principal função na escola será a de orientar, propor trabalhos e possíveis caminhos a partir dos quais os alunos serão capazes de gerar problemas do seu cotidiano para, posteriormente, ser resolvido [...]” (ibid., p. 67).

De acordo com Bassanezi (2012), para utilizar a modelagem em sala de aula, é necessário primeiro escolher o tema para que, após a escolha, sejam desenvolvidos os conteúdos a partir do mesmo. Essa escolha ocorre por meio de discussões e um levantamento realizado pelos estudantes de possíveis situações de estudo que sejam do interesse deles, pois assim já se sentem envolvidos no processo. Durante o processo de escolha do tema, o professor não deve propor os problemas aos estudantes, apenas organizar e monitorar as discussões. Essa postura possibilita que o estudante se sinta responsável por seu próprio aprendizado. Segundo o autor, a escolha do tema não deve ser orientada pelo conteúdo programático previsto.

Essa concepção quanto à escolha do tema difere da concepção de Biembengut (2004). Para a autora, o tema ou modelo matemático serve para orientar o estudante na elaboração do seu próprio modelo. Destaca que, inicialmente, deve-se fazer um levantamento com os estudantes sobre o que eles sabem e precisarão saber para elaborarem os modelos matemáticos.

Para Bassanezi (2002), não importa quais conteúdos serão ensinados posteriormente, o que importa é que o tema seja escolhido pelos estudantes. Porém, para Biembengut (2004), o tema deve ser escolhido de acordo com o conteúdo que o professor pretende ensinar e, por isso, a importância da participação do professor no processo de escolha do tema a ser estudado. Para a autora, o tema auxilia os estudantes na elaboração de seus modelos. Ressalta, ainda, que se deve considerar o nível de conhecimento dos estudantes ao selecionar-se o tema

de estudo, pois, dependendo do tema selecionado, conteúdos mais complexos, que não são trabalhados no nível escolar em que se encontram, são exigidos dos estudantes.

Para Burak (2004), o tema deve ser escolhido pelos estudantes sendo previamente sugerido pelo professor que faz o papel de mediador dessa escolha. Para o autor, uma importante etapa da modelagem é a resolução do problema, pois é isso que vai determinar o conteúdo a ser ensinado.

Mesmo com as divergências de concepções quanto à escolha do tema, que é uma das etapas do processo de Modelação, alguns autores estabelecem etapas importantes para a realização do processo de modelagem no ensino.

Burak (2004) defende a modelagem em sala de aula por meio de cinco etapas:

- i) *Escolha do tema*: nessa primeira etapa é feita a escolha do tema. De acordo com o autor, essa escolha deve ser feita pelos estudantes e deve ser de acordo com o interesse deles, a partir de temas que podem ser sugeridos pelo professor e pelos próprios estudantes. Nesse sentido, o autor afirma que a posição do professor nessa etapa deve ser de mediador, pois isso tornará a aprendizagem dos estudantes mais significativa.
- ii) *Pesquisa exploratória*: nessa etapa, é realizada a coleta dos dados e de informações referentes ao tema escolhido, os quais podem ser obtidos, por exemplo, por meio de pesquisas de campo. Assim, conforme o autor, os conteúdos a serem ensinados serão determinados de acordo com os dados obtidos nesta etapa.
- iii) *Levantamento dos problemas*: nessa etapa, com base nos dados e informações coletadas na etapa anterior, os estudantes são motivados a elaborar questões referentes ao tema em estudo, para que, a partir dessas questões, sejam desenvolvidos os conteúdos matemáticos. Nessa etapa os estudantes também são motivados a formular hipóteses e verificar a possibilidade de solução para o problema formulado.
- iv) *Resolução do(s) problema(s) e o desenvolvimento da Matemática relacionada ao tema*: nessa etapa, ocorre o desenvolvimento dos conteúdos matemáticos necessários para resolução dos problemas elaborados na etapa anterior, juntamente com a elaboração do modelo. De acordo com o autor, esse modelo pode até ser simples, mas irá contribuir para reflexão dos estudantes sobre a importância de aprender Matemática.
- v) *Análise crítica da(s) solução(es)*: nessa etapa, o estudante analisa a solução e verifica se está de acordo com a situação pesquisada. Conforme o autor, esse é momento dos

estudantes refletirem sobre as soluções encontradas e suas contribuições, estimulando, assim, o senso crítico desses estudantes.

Para Biembengut (2014), o processo de Modelação ocorre quando se elabora um modelo matemático ou quando se utiliza de um modelo de alguma área do conhecimento. Assim, esses modelos serão adaptados de acordo com os conteúdos curriculares que se pretende desenvolver em sala de aula. As três etapas descritas para o processo de Modelação são: *Percepção e apreensão*; *Compreensão e explicitação*; *Significação e expressão*.

Apresenta-se, conforme Biembengut (2014), a descrição de cada uma das três etapas:

- *1ª Etapa: Percepção e apreensão*: nessa etapa os estudantes devem ser motivados e instigados a aprender mais sobre o tema que será estudado. Essa etapa é dividida em duas subetapas: *Explanação do tema*, onde se deve fazer uma apresentação do mesmo e motivar os estudantes a levantarem questões e darem sugestões sobre ele. *Seleção de questões*: após o levantamento de possíveis questões de estudo deve-se fazer a seleção de quais questões serão estudadas durante o processo de Modelação, observando quais delas estão mais de acordo com o conteúdo curricular. Propõe-se que os estudantes levantem dados sobre o tema.
- *2ª Etapa: Compreensão e explicitação*: nessa etapa o professor ensina os conteúdos curriculares e não curriculares que são necessários para a resolução da situação-problema, além do desenvolvimento de conteúdos que são de interesse dos estudantes. Esta etapa está dividida em quatro subetapas: *Formulação do problema*, quando faz-se um levantamento de propostas, hipóteses e organizam-se os dados com base nas questões selecionadas e nos dados levantados, indicando a necessidade do conteúdo para solucionar o problema; *Desenvolvimento do conteúdo curricular*, quando desenvolve-se o conteúdo estabelecendo relação com a questão inicial; *Exemplificação*, quando apresenta-se aos estudantes exemplos e aplicações semelhantes, estimulando o uso de tecnologias e *Formulação e resolução*: com base no conteúdo desenvolvido formula-se o modelo para resolver a questão inicial. Esta é a etapa mais desafiante, pois requer dedicação dos estudantes para compreender os conceitos envolvidos e sua aplicação na elaboração do modelo e de outras situações.
- *3ª Etapa: Significação e expressão*: nessa etapa a situação-problema ou questões são resolvidas com base no modelo formulado para validar ou não o modelo. Esta etapa está dividida em duas subetapas: *Interpretação, avaliação e validação*: ocorre a interpretação da solução e analisa-se o resultado obtido a partir do modelo. Deve-se

fazer a avaliação do resultado e, se for satisfatório, fazer a validação, compreendendo os resultados obtidos e percebendo a importância da Matemática para tal; *Expressão*: momento em que os estudantes apresentam seus modelos e resultados para os demais colegas, expressando o que aprenderam no decorrer do processo.

As três etapas do processo de Modelação não ocorrem disjuntas, nem de maneira linear, mas sim, de forma cíclica. Isso implica que durante o processo de Modelação pode ocorrer a necessidade de voltar a alguma etapa anterior para fazer ajustes e chegar a uma conclusão. As etapas do processo de Modelação propostas por Biembengut (2014) estão sintetizadas no mapa 8.

Mapa 8: Etapas da Modelação.



Fonte: Adaptado de Biembengut (2014).

A utilização da Modelagem Matemática no ensino tem diversas finalidades. Uma delas é a possibilidade dos estudantes estabelecerem relações entre a Matemática que estudaram na escola com situações de seu cotidiano. Além disso, possibilita que os estudantes desenvolvam Competência para aplicar a Matemática nas diversas situações do dia a dia.

Para Biembengut (2004) e Blum (2007), participar do processo de modelagem, quando não desvinculado da realidade do estudante, permite ao mesmo desenvolver capacidade de enfrentar e resolver problemas, integrar a Matemática com outras áreas do conhecimento, além de estimular e desenvolver a criatividade e a criticidade. Nesse sentido, Biembengut (2014, p. 52) destaca que no processo de Modelação “[...] o estudante torna-se corresponsável por sua aprendizagem”. Segundo a autora, o processo de modelagem leva o estudante a:

[...] atuar/fazer e não apenas ‘aceitar’ sem compreender o significado do que está estudando; fazer pesquisa; aprimorar o conhecimento e os sentidos criativo e crítico, especialmente na formulação e validação do modelo; interagir e se inteirar dos trabalhos dos demais grupos no seminário; e, dentre outras coisas, aplicar as normas dos procedimentos científicos ao elaborar uma exposição escrita do trabalho.

Bassanezi (2002, p. 177) destaca que:

[...] a Modelagem Matemática utilizada como estratégia de ensino-aprendizagem é um dos caminhos a ser seguido para tornar um curso de matemática, em qualquer nível, mais atraente e agradável. Uma modelagem eficiente permite fazer previsão, tomar decisões, explicar e entender, enfim, participar do mundo real com capacidade de influenciar em suas mudanças.

Além disso, a utilização da modelagem pode “[...] levar o educando a compreender melhor os argumentos matemáticos, incorporar conceitos e resultados de modo mais significativo e, se podemos assim afirmar, criar predisposição para aprender matemática porque passou, de algum modo, a compreendê-la e valorizá-la” (ibid., p. 177).

Blum (2007) aponta que a modelagem contribui para que o estudante desenvolva Competências, e, por isso, a importância de se fazer presente em todos os níveis de escolaridade. Destaca, ainda, que diante do tempo destinado à Matemática na escola, ela precisa proporcionar aos estudantes “[...] experiências e habilidades que contribuam para a educação na vida depois da escola, seja em estudos, trabalho ou aumentando a qualidade de vida” (ibid., p. 19).

Assim, a Modelagem quando bem planejada possibilita ao estudante construir conhecimentos além dos matemáticos previstos no programa curricular, permitindo que ele estabeleça relação com conteúdos de Física, Química, Biologia, Sociologia, História, Português, Geografia, entre outras. Além disso, estimula a inserção da pesquisa em sala de aula promovendo cidadania e Alfabetização Científica como está previsto nos documentos oficiais norteadores da Educação Básica.

Diversos autores defendem em suas pesquisas a utilização da Modelagem Matemática na Educação, apontando os benefícios que o processo de modelagem traz aos estudantes. Dentre essas defesas, encontram-se diferentes concepções e tendências defendendo a Modelagem Matemática como alternativa pedagógica que busca relacionar os conteúdos de Matemática vistos na escola com situações-problema do cotidiano dos estudantes.

Com base nas produções publicadas nas Conferências Internacionais de Educação Matemática – ICME e Conferências Internacionais no Ensino de Modelagem Matemática e

Aplicações – ICTMA, Blum, Niss e Galbraith (2007), diferenciam três fases de pesquisa em Modelagem Matemática na Educação, que são denominadas:

- 1ª) *Sugestão* (1965-1975): nesse período foi sugerido que a Modelagem Matemática fosse inserida na Educação como método de ensino e aprendizagem.
- 2ª) *Desenvolvimento* (1975-1990): nesse período houve desenvolvimento de currículos e materiais em diferentes níveis e que considerassem os componentes do processo de modelagem e aplicações.
- 3ª) *Maturidade* (1990 até hoje): esse período, que segue até os dias atuais, é caracterizado pela realização de estudos empíricos de ensino e aprendizado de modelagem, além de aplicações que dão ênfase às pesquisas teóricas realizadas nas fases anteriores.

Kaiser e Sriraman (2006), na fase da maturidade, utilizaram publicações das mesmas conferências e identificaram cinco perspectivas sobre a utilização de aplicações e de Modelagem Matemática na Educação, além de uma metaperspectiva denominada de cognitiva.

- 1ª) *Realística*: caracterizada por ter uma abordagem utilitária, objetivando a resolução de situações-problema da realidade, a compreensão desta realidade e a promoção de Competências em Modelagem Matemática.
- 2ª) *Contextual*: orientada por objetivos psicológicos, cujo foco é resolver situações-problema com a utilização de atividades experimentais e práticas para que os estudantes compreendam e entendam o significado da Matemática que foi utilizada na resolução.
- 3ª) *Educacional*: tem foco em metas pedagógicas que, ao organizar processos pedagógicos para que seja possível introduzir e desenvolver conceitos matemáticos, despertam o interesse dos estudantes em aprender Matemática.
- 4ª) *Sociocrítica*: tem objetivos voltados para as relações da Matemática com a sociedade, sendo que as situações-problema são motivadoras para analisar a relação do modelo com a sociedade.
- 5ª) *Epistemológica*: tem objetivo principal voltado para o desenvolvimento da teoria Matemática, sendo que as situações-problema têm a função de proporcionar a compreensão da teoria.
- 6ª) *Cognitiva*: voltada para a pesquisa, o objetivo está centrado na análise de processos de modelagem, considerando as diferentes situações com diferentes níveis de complexidade.

Biembengut (2012), com base nas publicações em anais de eventos brasileiros sobre Modelagem Matemática na Educação, identificou três concepções de Modelagem Matemática na Educação:

- 1ª) *Método de pesquisa*: durante a modelagem, os procedimentos envolvidos devem possibilitar que o estudante aprenda Matemática a partir de situações de outras áreas do conhecimento e aprenda a fazer pesquisa.
- 2ª) *Alternativa pedagógica*: o objetivo está centrado na aprendizagem Matemática do estudante, sendo a modelagem um caminho para instigar o interesse dele e estimular o senso crítico e criativo ao aprender Matemática.
- 3ª) *Ambiente de aprendizagem*: o foco está centrado nas questões sociais, sendo que os procedimentos metodológicos da modelagem devem priorizar a Matemática como meio para discutir, refletir e analisar questões sociais.

Mesmo existindo diferentes concepções sobre a modelagem na Educação, Biembengut (2012, p. 202) destaca que todas

[...] representam a soma de contribuições de muitos professores e estudantes interessados em melhorar a aprendizagem escolar, aprimorando o conhecimento para melhor viver e agir na sociedade. São ações que cada um imprime em seu próprio meio, suas próprias atividades combinadas com as combinações de outras, e, por recorrência, à formação de cada pessoa, da comunidade, do setor profissional ou produtivo da sociedade.

Com objetivo de levar os estudantes a desenvolverem competência para compreender e aplicar os conhecimentos de Matemática e de Ciências em diferentes situações e áreas do conhecimento, para esta pesquisa, a fim de obter dados empíricos, adota-se a concepção de modelagem como método de ensino com pesquisa, Modelação, definida por Biembengut (2014).

2.2 TEORIAS-BASE PARA ANÁLISE DOS DADOS: ALFABETIZAÇÃO E COMPETÊNCIA CIENTÍFICAS & MODELOS MENTAIS

A Alfabetização Científica, conforme descreve Miller (1983, p. 30), trata da “[...] capacidade de ler, compreender e expressar opinião sobre assuntos de caráter científico”. Por volta de 1950, conforme apontam Krasilchik e Marandino (2007), iniciou-se o movimento pela Alfabetização Científica para mostrar a importância do ensino de Ciências. Isso ocorreu a partir de reflexões sobre as influências do meio político, econômico e social no currículo e sobre como a Ciência estava sendo divulgada.

Nos anos de 1970, aumentou a preocupação em relação ao conhecimento que as pessoas deveriam ter sobre Ciência, pois era perceptível que elas não tinham compreensão sobre a Ciência e seus processos, o que mobilizou políticas nacionais e internacionais para melhorar a Alfabetização Científica da sociedade (ibid.), reforçando o movimento pela Alfabetização Científica.

Chassot (2007) comenta que entre 1980 e 1990, o ensino estava centrado na aquisição de conhecimentos científicos por parte dos estudantes, pois estes eram vistos como meros receptores de conteúdo. Ressalta que eles deveriam saber “de cor” teorias, conceitos e processos científicos, sendo a quantidade de conteúdo visto em aula e, por sua vez, decorado, mais importante que a compreensão de cada um deles. Complementa afirmando que “um estudante competente era aquele que sabia, isto é, que era depositário de conhecimentos” (ibid., p. 28).

Diante dessa situação, Chassot (2007) afirma que atualmente é necessário pensar em alternativas para o ensino de Ciências que incluam nos currículos componentes que valorizem aspectos sociais e individuais dos estudantes, tornando os conteúdos de Ciências mais significativos para eles. Nesse sentido, o autor destaca que a partir da década de 1990 o movimento de Alfabetização Científica ganha força, disseminando-se no meio acadêmico.

Atualmente, o termo Alfabetização Científica está presente em diversos documentos oficiais da Educação. O PISA – *Programme for International Student Assessment* – é um programa internacional de avaliação de estudantes que utiliza o termo Letramento Científico em seus documentos. De acordo com INEP (2013b), Letramento Científico está relacionado à capacidade que o estudante possui de identificar e explicar questões científicas, além de utilizar evidências científicas quando diante de situações-problema da realidade que são relacionadas à Ciência e à Tecnologia.

Para identificar as competências científicas que o estudante possui, o PISA estabelece uma escala de proficiência em Ciências com seis níveis, conforme síntese apresentada no mapa 9. Segundo o PISA, o estudante é considerado apto para inserir-se de maneira ativa e consciente na sociedade, se ele alcança, pelo menos, o nível 2 da escala de proficiência, pois no nível 1 o estudante não apresenta ter competência científica suficiente para inserir-se de maneira plena na sociedade contemporânea.

Mapa 9: Níveis de Proficiência em Ciências – PISA.

Nível	O que os estudantes fazem em cada nível
6	Identificam com segurança, explicam e aplicam conhecimentos científicos e conhecimentos sobre Ciências em muitas situações complexas de vida. Relacionam diferentes informações, usando evidências dessas informações para justificar decisões. Apresentam capacidade de reflexão científica avançada e demonstram vontade de utilizar seu conhecimento científico para resolver questões científicas e tecnológicas novas. Apresentam recomendações e decisões centradas em situações pessoais, sociais e globais, amparadas em argumentos com base em conhecimentos científicos.
5	Identificam componentes científicos em situações complexas da vida, aplicando conceitos científicos e conhecimentos sobre Ciências, sendo capazes de comparar, selecionar e avaliar evidências científicas apropriadas para responder a situações da vida. Utilizam habilidades de pesquisa bem desenvolvidas, relacionam apropriadamente conhecimentos e refletem de maneira críticas sobre as situações da vida. Constroem explicações baseadas em evidências e argumentos com base em sua análise crítica.
4	Trabalham com situações e questões que envolvem fenômenos explícitos que requerem capacidade de fazer inferências sobre o papel da Ciência e da Tecnologia. Selecionam e integram explicações de diferentes áreas de Ciência ou Tecnologia, relacionando-as a situações da vida. Refletem sobre suas ações e comunicam decisões com base em conhecimentos e evidências científicas.
3	Identificam questões científicas definidas em diversos contextos. Selecionam fatos e conhecimentos para explicar fenômenos, aplicando modelos simples e estratégias de pesquisa. Interpretam, usam e aplicam conceitos científicos de diversas áreas. Dissertam sobre fatos e tomam decisões com base nos conhecimentos científicos.
2	Apresentam conhecimentos científicos razoáveis, fornecendo explicações científicas em contextos familiares e conclusões que são baseadas em investigações simples.
1	Apresentam limitado conhecimento científico, sendo que consegue aplica-lo apenas em situações familiares. Apresenta explicações científicas óbvias e conclusões apenas quando as evidências são apresentadas explicitamente.

Fonte: Adaptado INEP (2008; 2013b).

Apresentam-se, nesta seção, os conceitos, definições e propostas sobre Alfabetização Científica e Competência Científica e Modelos Mentais, teorias-base para análise dos dados empíricos. Esta seção divide-se em três subseções: *2.2.1 Alfabetização e Competência Científicas: conceitos e definições*; *2.2.2 Alfabetização e Competência Científicas na Educação*; *2.2.3 Modelos Mentais*.

2.2.1 Alfabetização e Competência Científicas: conceitos e definições

Os termos Alfabetização Científica e Letramento Científico estão presentes, em particular, em documentos oficiais que orientam o sistema educacional, sendo que diversos autores apresentam definições similares ou não para os dois termos.

No cenário internacional, conforme aponta Soares (2004), a utilização do termo Letramento ocorre de maneira independente em relação ao termo Alfabetização, em particular, em países como os Estados Unidos e a França. Segundo a autora, o termo Alfabetização está relacionado à aprendizagem da leitura e da escrita. Já o termo Letramento, está relacionado à habilidade de usar a leitura e a escrita para atuar ativamente na sociedade.

O surgimento do termo Letramento ocorreu no Brasil e outros países por volta dos anos de 1980, diante da “[...] necessidade de reconhecer e nomear práticas sociais de leitura e de escrita mais avançadas e complexas que as práticas do ler e do escrever resultantes da aprendizagem do sistema de escrita” (ibid., p. 6). No Brasil, a autora descreve que o termo Letramento passou a ser utilizado após uma mudança no conceito de Alfabetização que estava até então sendo utilizado nos censos demográficos. Comenta que, no Brasil “[...] os conceitos de Alfabetização e Letramento se mesclam, se superpõem, frequentemente se confundem” (ibid., p. 7).

Assim, Soares (2001, p. 31) define Alfabetização como “ação de alfabetizar”, ou seja, ensinar a ler e escrever e, Letramento, como “resultado da ação de ensinar e aprender as práticas sociais da leitura e escrita” (ibid., p. 39). Nesse sentido, a autora complementa afirmando que:

não são processos independentes, mas interdependentes, e indissociáveis: a alfabetização desenvolve-se *no contexto de e por meio de* práticas sociais de leitura e de escrita, isto é, através de atividades de letramento, e este, por sua vez, só se pode desenvolver *no contexto da e por meio da* aprendizagem das relações fonema-grafema, isto é, em dependência da alfabetização (ibid., p. 14, grifos do autor).

Com base na definição de Alfabetização e Letramento apresentada por Soares (2004), Krasilchik e Marandino (2007) apontam que, embora haja diferenciação entre os termos Alfabetização e Letramento, a denominação Alfabetização já está consolidada nas práticas sociais. As autoras ampliam a definição de Letramento para o campo da Ciência, afirmando que “[...] ser letrado cientificamente significa não só saber ler e escrever sobre ciência, mas também cultivar e exercer as práticas sociais envolvidas com a ciência” (ibid., p. 27). Desse modo, Krasilchik e Marandino (2007) comentam que:

o significado da expressão alfabetização científica engloba a ideia de letramento, entendida como a capacidade de ler, compreender e expressar opiniões sobre ciência e tecnologia, mas também participar da cultura científica da maneira que cada cidadão, individual e coletivamente, considerar oportuno (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007, p. 30).

O termo Letramento Científico definido pelo PISA, segundo INEP (2013b), está relacionado à habilidade de utilizar o conhecimento de Ciências e, ainda, compreender que a Ciência pode ser um caminho para conseguir novos conhecimentos. O documento considera importante, ainda, a preparação para a vida na sociedade e, para isso, deve-se compreender a Ciência e as Tecnologias. Isso implica em ter competência científica, ou seja, competência para compreender conceitos científicos, aplicá-los e pensar cientificamente. Competência, de acordo com Perrenoud (2000a, p. 1), “[...] é a faculdade de mobilizar um conjunto de recursos cognitivos (saberes, capacidades, informações etc) para solucionar com pertinência e eficácia uma série de situações”. De forma similar,

[...] ser competente caracteriza-se por, diante de uma situação-problema, mobilizar esses recursos, comportamentos e conhecimentos disponíveis e articulá-los aos pontos críticos identificados, para que seja possível tomar decisões e fazer encaminhamentos adequados e úteis ao enfrentamento da situação. (MARINHO-ARAÚJO, 2004, p. 90).

Para Chassot (2001, p. 38), a Alfabetização Científica é entendida como o “[...] conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem”. Enfatiza, ainda, que seria importante que as pessoas alfabetizadas cientificamente soubessem não apenas fazer uma leitura do meio circundante, mas também, que “[...] entendessem as necessidades de transformá-lo, e transformá-lo para melhor” e assim, possibilitar que as pessoas por meio da Alfabetização Científica, tenham melhor senso crítico na sociedade.

Nesse sentido, Chassot (2007, p. 29) amplia sua perspectiva de Alfabetização Científica, defendendo que “[...] a Ciência seja uma linguagem; assim, ser alfabetizado cientificamente é saber fazer ler a linguagem em que está escrita a natureza. É um analfabeto científico aquele incapaz de uma leitura do universo”.

Milaré, Richetti e Alves Filho (2009, p. 165) defendem que a Alfabetização Científica é um “[...] processo que visa a uma formação científica básica a todos os cidadãos”. Nesses termos, a Alfabetização Científica é um movimento na defesa de que todas as pessoas

possuam conhecimentos científicos mínimos para exercerem seus deveres e dispor de seus direitos na sociedade em que vivem.

Nesse sentido, a Alfabetização Científica trata dos conhecimentos que as pessoas deveriam ter sobre Ciência para que consigam compreender e resolver problemas do seu cotidiano, além de compreender as mudanças que ocorrem na sociedade, principalmente em relação à Ciência e Tecnologia. Desse modo, as pessoas alfabetizadas cientificamente seriam capazes de compreender a Ciência como parte da cultura, sendo capacitadas para tomar decisões e contribuir para melhorar o meio em que estão inseridas.

O processo de Alfabetização Científica é classificado em quatro estágios pelo *Biological Sciences Curriculum Study – BSCS* (1993, apud KRASILCHIK; MARANDINO, 2007), denominados: *Nominal*; *Funcional*; *Estrutural*; *Multidimensional*. Cada um deles requer do educando:

- 1º) *Nominal*: que ele reconheça os termos específicos do vocabulário científico como, por exemplo, átomo, célula, gene, isótopo.
- 2º) *Funcional*: que ele defina os termos científicos, mesmo que ainda não compreenda totalmente o significado do termo, não conseguindo conceituá-lo de forma significativa.
- 3º) *Estrutural*: que ele compreenda ideias básicas da estruturação do conhecimento científico.
- 4º) *Multidimensional*: que ele compreenda os significados dos conceitos de maneira integrada, estabelecendo conexões com outras disciplinas.

De acordo com Shen (1975), a Alfabetização Científica pode ser caracterizada em três perspectivas diferentes, denominadas: *Prática*; *Cívica*; *Cultural*. Essa caracterização é feita pelo autor com base nos objetivos, público-alvo e meios de divulgação da Alfabetização Científica. Cada uma delas requer do indivíduo:

- 1ª) *Prática*: que ele resolva problemas básicos do cotidiano das pessoas, como moradia, alimentação e saúde, de maneira rápida e prática, utilizando para isso os conhecimentos científicos que cada pessoa possui. Assim, a Alfabetização Científica prática, busca contribuir para melhorar o entendimento que as pessoas têm de Ciência e melhorar a qualidade de vida dessas pessoas.
- 2ª) *Cívica*: que ele torne-se uma pessoa mais atenta em relação à Ciência, mais informada sobre as questões relacionadas à Ciência, como recursos naturais, energia, saúde, alimentação. Isso contribui para que a tomada de decisões seja baseada nos

conhecimentos científicos. Com isso, espera-se que as pessoas possam participar mais ativamente no processo democrático da sociedade em que vivem.

3^a) *Cultural*: que ele interesse-se por conhecer mais sobre a Ciência, buscando aprimorar os conhecimentos científicos que possui sobre determinado assunto. Nessa perspectiva não se busca resolver problemas práticos, porém busca-se ampliar a cultura científica.

Outra definição para Alfabetização Científica é apresentada por Shamos (1995) que a define a partir de três perspectivas denominadas de: *Cultural*; *Funcional*; *Verdadeira*.

1^a) *Cultural*: relacionada à cultura científica, as especificidades dessa cultura e de que maneira suas contribuições se relacionam com a sociedade.

2^a) *Funcional*: relacionada à capacidade das pessoas para usarem conceitos, ideias e definições científicas, e utilizá-las de maneira adequada para comunicar-se, ler e construir novos significados.

3^a) *Verdadeira*: relacionada à compreensão que as pessoas têm de como o conhecimento científico é desenvolvido, demonstrando interesse pela Ciência.

Miller (1983) apresenta três dimensões para o conceito de Alfabetização Científica. A primeira está relacionada ao entendimento que as pessoas têm sobre a Ciência, ou seja, consiste em conhecer conceitos científicos e se comunicar fazendo uso desses conhecimentos científicos; a segunda está relacionada à compreensão que as pessoas têm sobre conceitos científicos, ou seja, além de conhecê-los, compreender os métodos utilizados na Ciência; a terceira está relacionada ao entendimento que as pessoas têm sobre os impactos que a Ciência e as Tecnologias causam à sociedade.

Outro autor que apresenta diferentes abordagens para o conceito de Alfabetização Científica é Durant (2005). Ele estabelece três abordagens:

1^a) *Alfabetização Científica – saber muito sobre Ciência*: consiste em ter domínio de conteúdos da Ciência. Uma pessoa é cientificamente alfabetizada se ela, além de conhecer bem conteúdos de Ciência, também sabe muito sobre Ciência. O autor destaca que uma pessoa ter conhecimento de muitos fatos científicos é diferente dela apresentar um alto nível de compreensão científica. A pessoa, além de compreender o fato, deve ser capaz de inserir esse fato em um contexto que faça sentido. Assim, nessa abordagem não se objetiva preparar as pessoas para lidarem com as questões científicas atuais, pois ela abrange novos conhecimentos e conhecimentos que ainda estão surgindo e, segundo o autor, o conhecimento científico que as pessoas possuem é insuficiente para entender o que está acontecendo.

2ª) *Alfabetização Científica – saber como a Ciência funciona*: nessa abordagem o autor considera necessário entender mais sobre a natureza da Ciência e sobre como ocorre a pesquisa científica, isto é, como se dá a produção do conhecimento científico, pois ele reconhece que uma abordagem sobre a Alfabetização Científica pautada apenas no conhecimento possui limitações. Segundo Durant (2005, p. 19), “é evidentemente desejável que o público possa entender não apenas os princípios básicos da ciência, como também os principais procedimentos científicos fundamentais pelos quais esses princípios foram estabelecidos”. Diante disso, o autor defende a inserção nos currículos de algo sobre a natureza da Ciência para que as pessoas consigam entender os processos envolvidos na pesquisa científica.

3ª) *A Alfabetização Científica – saber como a Ciência realmente funciona*: considera que é necessário entender que a Ciência é uma prática social, ou seja, o conhecimento científico não é produzido individualmente por cada pessoa, mas sim por um grupo de pessoas a partir de críticas e discussão até chegar-se a um consenso, uma aprovação.

No mapa 10, apresenta-se um quadro resumo de ideias parecidas sobre Alfabetização Científica defendida por diferentes autores.

Mapa 10: Ideias parecidas sobre Alfabetização Científica.

Alfabetização Científica	
Shen (1975)	Resolver problemas cotidianos de forma prática usando conhecimentos científicos; com conhecimentos científicos a pessoa toma decisões; interesse pela ciência.
Miller (1983)	Conhecer e comunicar-se usando conceitos científicos; compreender os métodos e processos científicos; compreender ações da ciência e tecnologia sobre a sociedade.
Chassot (2001)	Compreender conhecimentos sobre ciência para tomar decisões no cotidiano.
Durant (2005)	Compreender fatos científicos e inseri-los em diferentes contextos; entender os conhecimentos científicos; entender como a ciência funciona.
PISA (2013)	Compreender conhecimentos científicos; aplicar os conhecimentos científicos; pensar sobre uma perspectiva científica.

Fonte: Elaborado pela autora.

Diante do exposto, a Alfabetização e Competência Científicas tratam da capacidade de uma pessoa identificar e explicar questões científicas e, ainda, utilizar evidências científicas para resolver situações-problema que estejam relacionados à Ciência e a Tecnologia.

2.2.2 Alfabetização e Competência Científicas na Educação

Conforme Chassot (2007), o ensino de Ciências tem como objetivo uma formação mais comprometida com a criticidade dos estudantes, contemplando aspectos históricos, ambientais, questões éticas e políticas que possam contribuir para que esses estudantes sejam capazes de promover transformações na sociedade.

Krasilchik e Marandino (2007, p. 19) apontam que o ensino de Ciências “[...] tem como uma de suas principais funções a formação do cidadão cientificamente alfabetizado, capaz de não só identificar o vocabulário de ciências, mas também de compreender conceitos e utilizá-los para enfrentar desafios e refletir sobre seu cotidiano”.

Com base nos objetivos apresentados para o ensino de Ciências, Chassot (2007, p. 54) escreve que, atualmente, “não se pode mais conceber propostas para um ensino de Ciências, e isso vale para todas as áreas do conhecimento, para as quais não se pense em incluir nos currículos componentes que estejam orientados na busca de aspectos sociais e pessoais dos estudantes”. Isso implica em proporcionar aos estudantes a compreensão de como a Ciência está presente no cotidiano, como os conhecimentos científicos são desenvolvidos e como eles podem fazer uso desses conhecimentos para transformar a realidade em que vivem.

Diante disso, o ensino de Ciências deve orientar os estudantes para que saibam utilizar de forma competente os conhecimentos que possuem, refletindo e analisando de maneira crítica sobre cada situação de seu cotidiano. Nesse sentido, faz-se necessário a elaboração de propostas curriculares que objetivem não apenas o ensino de conteúdos, mas sim questões que possibilitem refletir sobre a Ciência que está presente na vida de cada um, favorecendo assim, a Alfabetização Científica desses estudantes.

Com esse mesmo propósito, Millar (2003) destaca dois objetivos para a abordagem contextualizada de conteúdos científicos em sala de aula da Educação Básica:

- 1º) Auxiliar os estudantes para serem mais capacitados em suas interações com a realidade com objetivo de conhecer mais a tecnologia, que é útil na perspectiva da praticidade.
- 2º) Estimular a compreensão dos estudantes de alguns “[...] ‘modelos mentais’ sobre o comportamento do mundo natural” (ibid., 2003, p. 83).

De acordo com esses objetivos, destaca-se a importância de evitar que o ensino de Ciências seja reduzido a transmissão de conceitos e conteúdos descontextualizados. Conforme Furió e Vilches (1997), ao abordar conhecimentos relacionados à Ciência e a Tecnologia em sala de aula, estes devem contribuir para o desenvolvimento do estudante em seu cotidiano, auxiliando-o a tomar decisões nas mais diversas situações relacionadas à ciência e tecnologia,

na resolução de problemas entre eles os de necessidades básicas e, principalmente, auxiliá-lo a compreender que a Ciência é parte da cultura.

Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 8-9) também consideram que a Alfabetização Científica pode subsidiar os estudantes a compreender e discutir os conhecimentos científicos e, assim, aplicá-los na vida diária. Os autores apontam que é “[...] o processo pelo qual a linguagem das Ciências Naturais adquire significados, constituindo-se um meio para o indivíduo ampliar seu universo de conhecimento, a sua cultura, como cidadão inserido na sociedade”. Os autores sugerem que a Alfabetização Científica faça parte da vida escolar dos estudantes desde os anos iniciais, uma vez que a leitura e a escrita são essenciais na produção de significados.

Chassot (2003) comenta que muitos dos estudantes que saem da Educação Básica não sabem aplicar os conhecimentos que possuem. Demonstram possuir uma série de conhecimentos ‘decorados’ de Ciências, mas não sabem como utilizar esses conhecimentos em seu dia a dia. Desse modo, o autor destaca que alfabetizar cientificamente um estudante não é uma tarefa fácil e, para que isso seja possível, é necessário haver planejamento e mudanças nos currículos.

O professor deve evitar que o ensino de Ciências seja baseado apenas na aquisição de vocabulário e informações oriundas de assuntos de Ciências, mas sim, que os estudantes sejam motivados para entender os processos envolvidos na formação dos conhecimentos científicos; fazendo elo entre esses conhecimentos e os diversos elementos (moradia, alimentação, tecnologias, saúde, etc.) de que dispõem no seu cotidiano (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001).

A seleção dos conteúdos que se deseja ensinar, conforme Lorenzetti e Delizoicov (2001), deve ser de acordo com conteúdos que contribuam para a Alfabetização Científica dos estudantes, permitindo que eles ampliem o conhecimento que possuem de Ciência. Para isso, Chassot (2001) afirma que o professor precisa ter clareza da essência dos conhecimentos que deseja ensinar.

Sasseron (2012) salienta que esses conteúdos curriculares devem ser trabalhados de maneira integrada, contextualizando as propostas de ensino e, comenta ainda, que se deve considerar a realidade dos estudantes durante o processo. Para isso, segundo Chassot (2001), o professor deve abordar no ensino questões históricas, éticas, políticas, ambientais, considerando os conhecimentos prévios dos estudantes. Essa seria uma possibilidade de contextualizar as propostas e, assim, considerar a realidade dos estudantes.

Sobre isso, Lorenzetti e Delizoicov (2001) destacam que:

[...] os alunos não são ensinados como fazer conexões críticas entre os conhecimentos sistematizados pela escola com os assuntos de suas vidas. Os educadores deveriam propiciar aos alunos a visão de que a Ciência, como as outras áreas, é parte de seu mundo e não um conteúdo separado, dissociado de sua realidade (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001, p. 7).

Chassot (2001) enfatiza que não é suficiente que os estudantes apenas compreendam o ambiente, mas sim, que com os conhecimentos que adquiriram, saibam onde, por que e para que vão aplicar esses conhecimentos considerando que esse ambiente passa por mudanças. Isso implica em proporcionar que os estudantes sejam competentes para promoverem transformações e que essas sejam para melhor.

O ensino de Ciências, segundo Sasseron e Carvalho (2008) precisa ser de tal forma que os estudantes motivem-se a desempenhar a função de ‘pesquisadores’. Para isso, as atividades proporcionadas aos estudantes requerem planejamento a fim de que as etapas da pesquisa sejam executadas: formulação de hipótese, organização de informações e elaboração de explicações, etapas essenciais à Alfabetização Científica.

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, a prática de pesquisa em sala de aula possibilita aos estudantes o desenvolvimento de uma atitude científica que significa:

[...] contribuir, entre outros aspectos, para o desenvolvimento de condições de, ao longo da vida, interpretar, analisar, criticar, refletir, rejeitar ideias fechadas, aprender, buscar soluções e propor alternativas, potencializadas pela investigação e pela responsabilidade ética assumida diante das questões políticas, sociais, culturais e econômicas (BRASIL, 2013, p. 218).

Desse modo, se faz necessário práticas em sala de aula que incentivem a pesquisa de forma contextualizada e que motivem os estudantes a desenvolver competência científica, ou seja, a compreender conceitos científicos, aplicar esses conceitos e pensar sob uma perspectiva científica no seu dia a dia, percebendo as vantagens que a Ciência proporciona. Isso implica em possibilitar que os estudantes sejam alfabetizados cientificamente.

Nesse intuito de alfabetizar cientificamente, Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 6) comentam que “[...] a escola sozinha, isolada, não consegue alfabetizar cientificamente seus alunos”. Krasilchik e Marandino (2007) também corroboram com essa afirmação e apontam que:

A escola possui papel fundamental para instrumentalizar os indivíduos sobre os conhecimentos científicos básicos. No entanto, nem ela nem nenhuma instituição têm condições de proporcionar e acompanhar a evolução de todas as informações científicas necessárias para a compreensão do mundo. A ação conjunta de diferentes atores sociais e instituições promove a alfabetização científica na sociedade, reforçando-a e colaborando com a escola (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007, p. 31).

Conforme exposto, embora a escola desempenhe papel fundamental no processo de Alfabetização Científica dos estudantes, esse processo não fica restrito apenas às instituições de ensino. Esse processo ocorre dentro e fora da escola e, nesse sentido, a escola deve mostrar caminhos aos estudantes para que eles saibam onde e como obter os conhecimentos científicos de que precisam para viver ativamente na sociedade, além de ajudá-los a compreender que a Ciência, bem como seus métodos e processos, são parte da cultura na qual estão inseridos.

Para que os estudantes sejam alfabetizados cientificamente, conforme apontam Sasseron e Carvalho (2011, p. 73-74),

[...] é preciso que o ensino não se centre somente na manipulação de materiais para a resolução de problemas associados a fenômenos naturais, mas que privilegie questionamentos e discussões que tragam à pauta as múltiplas e mútuas influências entre o fenômeno em si, seu conhecimento pela comunidade científica, o uso que esta comunidade e a sociedade como um todo fazem do conhecimento, além das implicações que isso representa para a sociedade, o meio-ambiente, o futuro de cada um de nós, de todos e do planeta.

Nesse sentido, é importante que sejam elaboradas propostas que motivem e despertem o interesse dos estudantes em apreender sobre Ciência. Isso significa pensar em propostas que, ao abordarem os conhecimentos científicos, estabeleçam relações entre esses conhecimentos e a realidade dos estudantes. Assim, é possível que os estudantes compreendam a importância e utilidade da Ciência em sua vida e o quanto ela é necessária para transformar a realidade para melhor.

Em função da relevância que o processo de Alfabetização Científica tem para Educação, Laugksch (1999, p. 74) identifica pelo menos quatro “grupos de interesse”, assim denominados pelo autor, envolvidos na promoção da Alfabetização Científica. Desse modo, o autor apresenta os objetivos e interesses de cada um dos grupos:

G1: interesse na Educação e Alfabetização Científica, mais especificamente na relação entre ambas, demonstrando preocupação em relação ao propósito e desempenho da Educação vigente. Nesse sentido, a principal motivação deste grupo em promover Alfabetização Científica tem como foco investigar: quais os conteúdos de Ciências

ensinados, como ensiná-los e por quê; de que maneira o professor ensina Competências pessoais bem como atitudes e valores de acordo com o currículo de Ciências vigente; os recursos utilizados para obter um ensino adequado; a forma de avaliar se os objetivos de educar cientificamente foram atingidos. Desse modo, investigar a relação existente entre a Educação e a Alfabetização Científica, é o objetivo principal do primeiro grupo.

G2: interesse no apoio à Ciência e tecnologia vindo do público, bem como na participação do mesmo em atividades voltadas para questões políticas e tecnológicas. Assim, o principal objetivo deste grupo é investigar: de onde as pessoas obtêm as informações científicas; o nível de conhecimento científico dessas pessoas; as atitudes das pessoas em relação à Ciência e tecnologia, além de questões políticas específicas. Este grupo é composto por pesquisadores e cientistas na área de opinião pública referente à Ciência e tecnologia.

G3: interesse voltado para o respeito com a Ciência, a forma como é organizada e controlada. Este grupo busca investigar: de que forma as pessoas entendem e fazem uso de seus conhecimentos científicos no dia a dia; como as pessoas conseguem decidir se é necessário modificar alguns conhecimentos científicos para fazer uso deles em alguma situação específica; de que forma as pessoas percebem o acesso social, a motivação e a confiança à Ciência e como dão apoio à Ciência. Este grupo é composto por sociólogos e educadores da Ciência com uma abordagem sociológica no processo de Alfabetização Científica.

G4: interesse em proporcionar momentos educacionais para que o público familiarize-se com a Ciência e para os que escrevem sobre Ciência e a divulgam. Este grupo é composto por pessoas da área de ensino de Ciências em situação informais e pessoas envolvidas com a divulgação da Ciência. Além dessas pessoas, fazem parte deste grupo, os responsáveis por centros e Ciências, jardins botânicos, museus, zoológicos, além de jornalistas e escritores da área e pessoas do meio de comunicação de Ciência.

Conforme Laugksch (1999, p. 74), os quatro “grupos de interesse” são diferenciados em função do público-alvo de cada um. Assim, o G1 tem como público as crianças e os adolescentes, pois tem foco na Alfabetização Científica delas. O G2 tem interesse no apoio público para Ciência e Tecnologia. O G3 tem como público-alvo as pessoas adultas, pois centra na Alfabetização Científica de pessoas que estão fora da escola. Por fim, o G4 tem como público as crianças, os adolescentes e os adultos, pois visa à comunicação da Ciência.

Argumentos favoráveis à promoção da Alfabetização Científica são apresentados por Laugksch (1999). Esses argumentos são baseados em estudos de Thomas e Durant (1987) e Shortland (1988) e foram divididos em dois grupos denominados: *visão macro*; *visão micro*.

O grupo denominado *visão macro* está centrado nas vantagens da Alfabetização Científica para a Ciência e sociedade. Nesse grupo, Laugksch (1999) apresenta três argumentos favoráveis à promoção da Alfabetização Científica:

- 1º) relaciona a Alfabetização Científica com o desenvolvimento econômico de um país. Argumenta, pois, que a riqueza da nação está relacionada ao sucesso de competitividade com outros países e a exploração de novos mercados internacionais. Nesse sentido, o sucesso nos mercados competitivos depende de pesquisas que proporcionem a produção de novos produtos de alta tecnologia.
- 2º) pessoas com maior nível de Alfabetização Científica tendem a apoiar mais a Ciência. Considera que para sustentá-la é necessário que as pessoas tenham um pouco de conhecimentos científicos e saibam qual é o trabalho de um cientista e as implicações desses trabalhos para a vida das pessoas. Por isso, este argumento também está relacionado à economia.
- 3º) A Ciência muitas vezes é entendida como algo técnico, apenas para especialistas. Assim, esse argumento busca promover uma relação entre a Ciência e cultura para diminuir a falta de conhecimento e compreensão das pessoas sobre os processos envolvidos na Ciência.

O grupo *visão micro* está centrado nas vantagens da Alfabetização Científica para a vida das pessoas. Neste grupo, Laugksch (1999) apresenta dois argumentos para que a Alfabetização Científica seja promovida:

- 1º) A qualidade de vida das pessoas inseridas numa sociedade científica e tecnológica é melhor quando elas têm compreensão sobre a Ciência e as tecnologias, pois, desse modo, elas vivem de maneira mais eficiente, são mais confiantes e competentes ao lidar com assuntos de seu dia a dia que envolvem Ciência e Tecnologia.
- 2º) Pessoas alfabetizadas cientificamente têm chance de conseguir melhores empregos e aproveitar melhor os recursos tecnológicos disponíveis em seu ambiente de trabalho.

Entende-se, com base nos argumentos apresentados, conforme apontam Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007, p. 145), que a Alfabetização Científica “[...] se impõe como uma dimensão essencial de uma cultura de cidadania” para o desenvolvimento de uma sociedade.

Mas também entende-se, conforme expõe Chassot (2007, p. 46), que a Alfabetização Científica somente ocorrerá, nos diversos níveis escolares, quando o ensino de Ciências:

[...] contribuir para a compreensão de conhecimentos, de procedimentos e de valores que permitam aos estudantes tomar decisões e perceber tanto as muitas utilidades da Ciência e suas aplicações na melhora da qualidade de vida, quanto as limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento.

Deste modo, possibilitar que os estudantes sejam alfabetizados cientificamente, implica em desenvolver neles Competência para compreender, refletir e utilizar seus conhecimentos científicos quando for necessário. Os estudantes serem capazes de explicar um determinado conceito está relacionado à compreensão que eles têm desse conceito e para compreender é preciso que o estudante forme um modelo mental do conceito em questão. Nesse sentido, apresentam-se a seguir algumas considerações sobre a teoria dos Modelos Mentais.

2.2.3 Modelos Mentais

Conforme estudos realizados na área de psicologia cognitiva, uma pessoa não aprende o que está no mundo exterior de maneira direta, mas sim a partir de representações mentais do mundo exterior construídas em suas mentes (MOREIRA, 1996).

Uma representação é uma notação ou um conjunto de símbolos que representam alguma coisa do mundo exterior ou algo da própria imaginação (EYSENCK; KEANE, 1994). Essas representações podem ser externas ou internas. As externas são representações que podem ser pictóricas (analógicas) ou podem ser linguísticas (símbolos), e as representações internas são representações mentais que as pessoas têm sobre o que elas sabem. Algumas das características das representações externas também podem ser verificadas nas representações internas.

As representações internas, isto é, mentais, podem ser divididas em *representações analógicas* e *representações proposicionais*:

- *Representações analógicas*: são imagens que podem ser visuais, olfativas, auditivas, entre outras. Elas “[...] não são individuais, podem representar implicitamente as coisas, têm regras de combinação não muito rígidas e são concretas no sentido de que estão ligadas a uma modalidade específica dos sentidos” (ibid., p. 183).

- *Representações proposicionais*: são parecidas à linguagem, mas não chegam a ser frases. Elas “[...] captam os conteúdos ideacionais da mente, independentemente da modalidade original na qual a informação foi encontrada. [...] são individuais, explícitas, combinam-se de acordo com regras e são abstratas” (ibid., 183).

Uma terceira forma de representação mental é apresentada por Johnson-Laird (1983), denominada de Modelos Mentais, sendo uma possibilidade de síntese de imagens e de proposições (MOREIRA, 1996).

Modelos mentais são representações analógicas, um tanto quanto abstraídas, de conceitos, objetos ou eventos que são espacial e temporalmente análogos a impressões sensoriais, mas que podem ser vistos de qualquer ângulo (e aí temos imagens!) e que, em geral, não retêm aspectos distintivos de uma dada instância de um objeto ou evento (MOREIRA, 1996, p. 194, grifos do autor).

Para Johnson-Laird (1983), o raciocínio de uma pessoa ocorre por meio de Modelos Mentais, considerando modelo mental como um tipo específico de representação analógica. Isso implica que um modelo mental é uma representação mental (interna) que reflete a estrutura do que está sendo representado. Desse modo, os Modelos Mentais são representações analógicas abstratas de algum objeto, informação ou conceito e podem assumir uma das formas: imagem, proposição ou modelo mental.

As imagens, para Johnson-Laird (1983), são representações mais específicas que permitem manter muitos dos aspectos que se percebe dos objetos, as características e detalhes particulares sob um determinado ângulo. As proposições são representações totalmente abstratas do significado e que podem ser expressas verbalmente, portanto estão mais próximas da forma da linguagem natural.

Com base em Johnson-Laird (1983), Costa (2005) comenta que o raciocínio de uma pessoa consiste na manipulação de modelos. Desse modo, a autora destaca que:

[...] o ponto central da compreensão está na existência de um *modelo de trabalho* na mente de quem compreende. Estes modelos podem ser criados a partir de percepção (sensorial e social) e/ou de experiência interna. Os modelos podem ser completamente analógicos ou parcialmente analógicos e parcialmente proposicionais (COSTA, 2005, p. 36-37, grifos da autora).

Para Johnson-Laird (1983), o conhecimento que uma pessoa possui está relacionado com a capacidade de construir Modelos Mentais que, por sua vez, depende da habilidade de percepção dessa pessoa. Os Modelos Mentais podem ser combinados e recombinaados quando necessário, promovendo assim, uma revisão dos modelos gerados. De acordo com o autor, a

lógica não participa da construção do modelo, apenas pode auxiliar na revisão dos modelos que foram gerados, ou seja, pode participar nos testes de conclusão. Nesse sentido, considera o raciocínio dedutivo mais próximo de uma habilidade prática do que de uma habilidade abstrata.

Conforme já citado, os Modelos Mentais podem ser totalmente analógicos, ou parcialmente analógicos e parcialmente proposicionais, mas mantendo alguma relação com imagens (JOHNSON-LAIRD, 1983). Isso significa que um modelo mental pode conter proposições, mas estas podem existir na mente como representação mental sem fazer parte de um modelo mental. Assim, para o autor, as “[...] representações proposicionais são cadeias de símbolos que correspondem à linguagem natural, Modelos Mentais são análogos estruturais do mundo e imagens são modelos vistos de um determinado ponto de vista” (ibid., p. 165).

Mais especificamente, os Modelos Mentais são “[...] uma forma de representação analógica do conhecimento: existe uma correspondência direta entre entidades e relações presentes na estrutura dessa representação e as entidades e relações que se busca representar” (MOREIRA, 1996, p. 196). Isso significa que os Modelos Mentais são compostos de elementos e relações que estão representando algo, sendo organizados adequadamente para o processo sob o qual vão atuar. Os Modelos Mentais são elaborados de acordo com o uso que se deseja fazer do modelo. Assim, eles devem ser funcionais, sendo possível que as pessoas os modifiquem sempre que for necessário. Conforme expõe Borges (1997, p. 74),

[...] nós construímos modelos mentais de eventos e estados de coisas no mundo empregando processos mentais tácitos. Nossa habilidade em dar explicações está intimamente relacionada com nossa compreensão daquilo que é explicado, e para compreender qualquer fenômeno ou estado de coisas, precisamos ter um modelo funcional dele.

Desse modo, na perspectiva de Johnson-Laird (1983), os Modelos Mentais que uma pessoa possui,

[...] capacitam cada sujeito a fazer predições e inferências, a compreender fenômenos e eventos, a atribuir causalidade aos eventos observados, a tomar decisões e controlar a execução delas. Alguns desses modelos são adquiridos apenas através de transmissão cultural ou ensino, enquanto que outros são adquiridos da interação cotidiana com outras pessoas e com o mundo (BORGES, 1997, p. 75).

Para caracterizar um modelo mental, Johnson-Laird (1983) propõe um conjunto de princípios que são relacionados à natureza dos Modelos Mentais. A saber:

- *Princípio da computabilidade*: os Modelos Mentais podem ser descritos como

procedimentos e ser executados por máquinas, ou seja, os Modelos Mentais são computáveis.

- *Princípio da finitude*: os Modelos Mentais têm um tamanho finito, pois o cérebro é um organismo finito, não sendo possível representar um domínio infinito.
- *Princípio do construtivismo*: um modelo mental é composto de elementos básicos, organizados para representar as relações entre os elementos. A primeira função de um modelo mental é a de representar estados de relações, isto é, um modelo mental é construído de elementos básicos que, organizados em uma determinada estrutura representam algum estado de relações.
- *Princípio da economia*: o modelo mental é elaborado na mente da pessoa e se não for adequado ele é revisado. Apenas um modelo mental representa um único estado de relação até mesmo quando esta for indeterminada ou incompleta. Como os Modelos Mentais são construídos a partir do discurso, o processo de revisão é governado pelas condições de verdade desse discurso.
- *Princípio da não-indeterminação*: os Modelos Mentais podem representar indeterminações que são acomodadas em um modelo mental, aumentando o número de indeterminações até tornar difícil a interpretação. Com isso, pode deixar de ser um modelo mental.
- *Princípio da predicabilidade*: um predicado pode ser aplicado a todos os termos em que outro predicado é aplicado, desde que seus alcances de aplicação sejam compatíveis entre si. Em outras palavras, permite identificar um conceito artificial ou não natural em um modelo mental.
- *Princípio do inatismo*: um modelo mental é um conceito inicial inato construído de experiências perceptivas para representar o mundo. Nesse sentido, a aprendizagem de conceitos se dá a partir de um conceito inicial inato ou de conceitos previamente adquiridos que, quando a pessoa constrói um modelo mental, aciona os procedimentos iniciais que não são adquiridos por meio de experiências, pois são inatos.
- *Princípio do número finito de primitivos conceituais*: o conjunto de conceitos iniciais é finito. Esses conceitos geram um conjunto correspondente de campos semânticos e um conjunto finito de operadores semânticos. Em cada campo semântico, os operadores servem para construir conceitos mais elaborados com base nos primitivos. Os operadores tratam dos conceitos como espaço e tempo, entre outros, e os campos semânticos tratam do entendimento sobre o que tem no mundo.

- *Princípio da identidade estrutural*: no modelo mental, sua estrutura é igual às estruturas das relações que está representando. Isso ocorre porque um modelo deve ser econômico e cada elemento desse modelo mental deve ser simbólico, não havendo em sua estrutura nenhum aspecto sem significado ou função.

Johnson-Laird (1983) divide os Modelos Mentais em dois tipos: *modelos físicos* e *modelos conceituais*. Os modelos físicos estão relacionados às percepções das pessoas para representar o mundo físico. Os modelos conceituais são os Modelos Mentais que as pessoas têm e representam estados de relações abstratas em relação aos estados físicos ou conceituais.

Conforme Moreira (1996, p. 208):

Modelos mentais não derivados da percepção podem ser construídos para representar situações verdadeiras, possíveis ou imaginárias. Tais modelos podem, em princípio, ser físicos ou conceituais, mas, em geral, são construídos a partir do discurso e este requer um modelo conceitual. Modelos conceituais por não terem o referencial do mundo físico exigem, mais do que os modelos físicos, um mecanismo de autorrevisão recursiva.

Os modelos físicos são divididos por Johnson-Laird (1983) em seis tipos: *relacional*; *espacial*; *temporal*; *cinemático*; *dinâmico*; *imagem*. Os modelos conceituais são divididos em quatro tipos: *monádico*; *relacional*; *metalinguístico*; *conjunto teórico*.

Para os modelos físicos, com base em Johnson-Laird (1983), Moreira (1996, p. 207-208) escreve:

- *Modelo relacional*: consiste em um conjunto finito de elementos que simbolizam um grupo de entidades físicas que também é finito.
- *Modelo espacial*: consiste em um modelo relacional onde as únicas relações que tem entre as entidades físicas representadas são espaciais. O modelo que representa estas relações tem os elementos localizados em um espaço dimensional.
- *Modelo temporal*: é o modelo que consiste de uma sequência de quadros espaciais que ocorre em uma ordem temporal, em correspondência com a ordem dos eventos que não precisam ocorrer ao mesmo tempo.
- *Modelo cinemático*: consiste em um modelo temporal que, mentalmente, é entendido como contínuo, representando mudanças e movimentos dos elementos representados não apresentando descontinuidades temporais. Funciona em tempo real a partir da percepção da pessoa.
- *Modelo dinâmico*: é um modelo cinemático onde também existem relações entre alguns quadros, representando as relações causais entre as representações dos eventos.

- *Modelo de imagem*: é uma representação, do ponto de vista do observador, das características visíveis de um modelo que pode ser espacial ou cinético.

Para os modelos conceituais, com base em Johnson-Laird (1983), Moreira (1996, p. 208-209) escreve:

- *Modelo monádico*: é o modelo que representa afirmações referentes a elementos individuais, propriedades e identidades entre os elementos. Possuem três componentes: número finito de elementos; relações binárias; notação especial para indicar que alguns elementos são incertos.
- *Modelo relacional*: é o modelo que possui relações abstratas em quantidade finita, entre os elementos individuais representados em um modelo monádico.
- *Modelo metalinguístico*: é o modelo que tem elementos correspondentes com algumas expressões linguísticas, além de algumas relações abstratas com elementos do modelo.
- *Modelo conjunto teórico*: é o modelo com número finito de elementos representando conjuntos, um conjunto finito de elementos que representam suas propriedades abstratas e um número finito de relações entre os elementos.

Os tipos de Modelos Mentais, físicos e conceituais mostram a importância dos Modelos Mentais, pois são oriundos de poucos elementos e algumas operações recursivas sobre estes; a representação está atrelada a procedimentos para construir e avaliar os modelos gerados. Além disso, as principais restrições sobre os modelos “[...] decorrem da estrutura percebida ou concebida dos estados de coisas do mundo, dos conceitos que subjazem os significados dos objetos e eventos e da necessidade de mantê-los livres de contradições” (MOREIRA, 1996, p. 210).

Conforme o autor, ao tratar de Modelos Mentais é necessário tratar de consciência também, embora ainda não se saiba exatamente o que pode ser a consciência, qual a função dela e como ela funciona. Para o autor, a consciência está relacionada a um conjunto de computadores do sistema nervoso que “[...] requerem um cérebro de certo tamanho e complexidade porque a capacidade computacional depende de memória [...] do número de processadores que podem ser postos em ação em uma tarefa” (ibid., 226-227). Destaca, ainda, que a velocidade e a capacidade computacionais são importantes, pois muitas decisões conscientes ocorrem em tempo real.

A maneira como os fenômenos mentais ocorrem, segundo Moreira (1996), não dependem de como é constituído o cérebro, mas sim de como ele está organizado em termos de funcionalidade. Desse modo, destaca que o processamento mental acontece ao mesmo

tempo, pois a mente utiliza níveis diferentes de organização, sendo que em cada um deles é considerado o contexto. O processamento que ocorre nos diferentes níveis não acontece independentemente, mas sim de maneira interativa. Comenta, ainda, que “uma das mais importantes funções do sistema operacional mental seria o desenvolvimento de novos programas para dar conta de novas situações, visto que a mente humana pode desenvolver e rodar seus próprios programas (modelos mentais)” (ibid., p. 228).

A partir da teoria dos Modelos Mentais é possível obter uma explicação sobre a maneira como as pessoas pensam e raciocinam sobre os processos de dedução e indução.

Johnson-Laird sugere que as pessoas raciocinam com modelos mentais, os quais seriam como blocos de construção cognitivos que podem ser combinados e recombinados conforme necessário. A compreensão significativa de um conceito, evento ou objeto implica a construção de um modelo mental de trabalho deste conceito, e vento ou objeto (MOREIRA e KREY , 2006, p. 357).

O modelo mental pode ser formado a partir de uma orientação proposital e formal ou, pode ser a partir de uma situação não proposital e informal de aprendizagem ou, ainda, pode ser da integração dessas duas maneiras. Destaca-se, ainda, que é por meio da percepção que as pessoas constroem seus Modelos Mentais sobre alguma coisa.

Carter (2003) comenta que:

Pensar não é apenas um termo genérico para o conjunto de aptidões abrigadas no cérebro. *Envolve* muitas delas: recordar e imaginar, em particular. [...] O processamento de pensamento é de uma certa maneira como os estágios posteriores do processamento sensorial. Assim como as várias partes de uma imagem – local, cor, formato, tamanho e assim por diante – são reunidas e integradas em um todo, também nós reunimos diversas memórias e imagens e as colocamos juntas para criar um novo conceito (ibid., p. 370, grifos do autor).

Nesse sentido, a construção de um novo conceito ou conhecimento, ocorre devido ao processamento de informações sensoriais que ocorrem no sistema nervoso. Essas informações são oriundas da percepção das pessoas. Portanto, o modelo mental é a expressão do conhecimento em nossa mente. Com o modelo mental pode-se explicar e entender o meio que nos cerca.

Conforme aponta Biembengut (2002; 2003), o processo mental é dividido por alguns pesquisadores em estágios. George (1973, p. 18) divide o processo cognitivo em três. No primeiro, considera que ocorre uma “[...] produção divergente (ou indução), cognição e valoração [...]”. No segundo estágio, o da compreensão, considera que ocorrem “[...] os produtos do pensamento, por exemplo: unidades, classes, relações, etc.” e, por fim, no terceiro

estágio, o da representação, sugere que ocorrem “[...] tipos de conteúdo, tais como: figurativo, simbólico e semântico”. Biembengut (2002; 2003) também divide em três estágios o processo cognitivo, denominando de: *Percepção e apreensão*; *Compreensão e explicação*; *Significação e modelação*.

- *Percepção e apreensão*: A percepção segundo Biembengut (2002, p. 5), “[...] é um processo complexo que compreende em receber e identificar informações provenientes do próprio corpo ou do meio circundante”, sendo que esta se dá por meio dos sentidos. Conforme a autora, é a partir da experiência que se estabelece a conexão entre os sentidos, e a visão e audição estão entre os sistemas mais nobres, sendo os responsáveis pela percepção do mundo que nos cerca.

Por meio do sistema visual, por exemplo, temos acesso à natureza rica em formas, cores, texturas. O olhar se constitui em um processo ativo e exploratório, que nos permite extrair informações e delinear um mapa cognitivo da cena ou ambiente, condicionado ao conhecimento e aos nossos objetivos. Para isso, o sistema visual efetua sucessivas olhadas não aleatórias, por saltos bruscos, em que o centro visual é posicionado de um ponto a outro da cena, por meio de um deslocamento rápido, cujas imagens projetadas na retina são rapidamente deslocadas em um processo contínuo (ibid., p. 5-6).

Biembengut (2002) considera que as percepções são essenciais para uma primeira descrição do meio, permitindo assim que a mente decodifique-as e faça representações, ou seja, a percepção implica na aptidão de captar ideias, misturar, selecionar e relacionar com as que já se possui. Assim, a percepção está estreitamente relacionada com a resolução de problemas e a tomada de decisão.

- *Compreensão e explicação*: Segundo Biembengut (2002), a compreensão é o elo entre a percepção de alguma coisa e o conhecimento sobre essa coisa.

Compreender é expressar de forma intuitiva uma sensação. Uma vez tendo sido sensibilizado com o fato apresentado, a mente procura explicar, relacionar com algo já conhecido e deduzir os fenômenos que derivam daí. Na medida em que os estímulos ou informações perceptíveis vão sendo compreendidos pela mente, esta procura explicar ou explicitá-los, delineando símbolos ou fragmentos de símbolos que podem tornar-se ou não conscientes (ibid., p. 7).

Ressalta, ainda, que o processo cognitivo consiste em fazer observações, em formular hipóteses e verificá-las, diferenciando os elementos que são essenciais. Assim, quanto maior for a experiência da pessoa que está observando, mais aprimorados serão os processos cognitivos. Desse modo, Biembengut (2002) ressalta que o mais importante

é a maneira como a mente faz para selecionar e filtrar as percepções além de processar o que é importante ou o que pode ser usado para gerar ideias, ou seja, a compreensão.

- *Significação e modelação*: Quando uma percepção ou informação é compreendida, é possível traduzir ou representar elas utilizando símbolos e/ou modelos. Essa representação pode ser interna (que é construída no sistema cognitivo) e externa (que é possível ser expressa ou produzida externamente como, por exemplo, uma pintura ou um objeto).

Segundo Biembengut (ibid., p. 8), “[...] a mente manipula símbolos e procura imitá-los, criando modelos das situações com as quais interage e que lhe permite não somente interpretá-las, mas também entender, prever, influenciar, saber e agir sobre as situações ou eventos modelados”. Nesse sentido, afirma que é por meio desses modelos que se dá a representação, o significado e, por fim, o entendimento.

Assim, a autora comenta que os processos de cognição, isto é, os modelos, apresentam muitos recursos de investigação por dois motivos. Primeiro devido à complexidade em relação às estruturas biológicas e, segundo, devido aos símbolos formados na mente em função da percepção e a compreensão que as pessoas têm do meio no qual vivem.

Os modelos formados na mente das pessoas são únicos de cada pessoa. Conforme destaca Norman (1983), não se tem acesso direto aos Modelos Mentais das pessoas e esses geralmente não são bem definidos, são confusos e muitas vezes incompletos.

No cenário educacional, a partir da década de 1990, tem crescido consideravelmente as pesquisas referentes às representações mentais dos estudantes (GRECA, 2011). Entre as diferentes definições para representação mentais, o conceito de modelo mental tem recebido considerável importância nessas pesquisas relacionadas ao ensino, sendo que o objetivo é melhor compreender os processos cognitivos para possibilitar a elaboração de melhores estratégias de ensino.

Com intuito de investigar Modelos Mentais de pessoas, Harrison e Treagust (1996) sugerem a realização de entrevistas e análise de mapas conceituais. Greca e Moreira (1996) destacam que para investigação de Modelos Mentais, podem ser utilizadas, além de mapas conceituais e entrevistas, experiências em laboratório e atividades em grupo. Conforme escreve Moreira (1996, p. 223) “[...] os Modelos Mentais estão na cabeça das pessoas e a única maneira de investigá-los é, indiretamente, através daquilo que elas externalizam verbalmente, simbolicamente ou pictoricamente”.

Desse modo, o autor comenta ainda, que a técnica mais utilizada para investigar os Modelos Mentais das pessoas é o uso das informações verbalizadas pelas mesmas. Entretanto, para o autor, não adianta perguntar diretamente à pessoa qual o modelo mental que ela possui sobre determinado assunto, pois geralmente a pessoa não tem consciência do modelo. É necessário realizar entrevistas ou solicitar que as pessoas façam uma descrição em voz alta no decorrer da realização de uma tarefa solicitada.

Nesse sentido, Vosniadou e Brewer (1994) orientam que se deve solicitar à pessoa que responda questões sobre o conceito em estudo de maneira verbal e solicitar que faça outras questões que necessitem a realização de desenhos e construção de modelos. Para os autores, o importante é que sejam elaboradas questões produtivas, ou seja, questões que não possam ser respondidas com base na repetição de informações, pois essas talvez nem tenham sido assimiladas pela pessoa.

De acordo com Moreira (1996, p. 231),

A idéia de que as pessoas, ou os alunos no caso, constroem modelos mentais do mundo, i.e., “re- apresentam” internamente o mundo externo, é atraente. O problema é que é difícil investigar tais modelos. Os modelos mentais das pessoas, ao invés de serem precisos, consistentes e completos, como os modelos científicos, são, simplesmente, funcionais. Na pesquisa, ao invés de buscar modelos mentais claros e elegantes, teremos que procurar entender os modelos confusos, “poluídos”, incompletos, instáveis que os alunos realmente têm. E isso é difícil!

Nesse sentido, entende-se que a teoria dos Modelos Mentais é um bom suporte teórico para interpretar as concepções e a forma de raciocínio dos estudantes sobre os processos de dedução e indução. Destaca-se, nesse sentido, a possibilidade de verificar o que os estudantes estão representando e se essas representações dão indícios de Alfabetização e Competência Científicas.

2.3 PRODUÇÕES RECENTES

Nesta seção apresenta-se uma síntese das produções selecionadas referentes às três vertentes que sustentam esta pesquisa: Modelagem Matemática na Educação, Alfabetização e Competência Científicas na Educação Básica e Modelos Mentais. Foram 16 produções entre teses, dissertações e artigos que foram buscadas no Banco de Teses no *site* da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações – BDTD, na Scientific Electronic Library Online – SCieLO; na Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS; e no *site* do Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino – CREMM.

As produções foram selecionadas por meio da leitura dos resumos e buscou-se produções de Modelagem Matemática na Educação que tratavam de atividades de modelagem em sala de aula e, outras, sobre questões teóricas. Para Alfabetização e Competência Científicas, selecionou-se produções relacionadas ao desenvolvimento da Alfabetização e Competência Científicas na Educação Básica e, para Modelos Mentais, buscou-se produções sobre análise de Modelos Mentais a partir de atividades em sala de aula.

A seguir, apresentam-se os seis mapas contendo as produções selecionadas. Os Mapas estão organizados da seguinte maneira: Mapa 11: artigos sobre Modelagem Matemática na Educação; Mapa 12: teses e dissertações sobre Modelagem Matemática na Educação; Mapa 13: artigos sobre Alfabetização e Competência Científicas; Mapa 14: teses e dissertações sobre Alfabetização e Competência Científicas; Mapa 15: artigos sobre Modelos Mentais; Mapa 16: teses e dissertações sobre Modelos Mentais.

Na sequência de cada mapa, apresenta-se uma síntese de cada produção contendo os objetivos, os procedimentos metodológicos e os principais resultados de cada produção.

Destaca-se que a leitura das produções selecionadas tem como objetivo enriquecer esta pesquisa, dando subsídio à literatura suporte desta pesquisa bem como evitando que repetições ocorram. Segundo Biembengut (2008), ao fazer-se o mapeamento das produções é possível se ter domínio das vertentes em questão e verificar se esta pesquisa é relevante suficiente para ocupar um ponto no mapa das produções que tratam deste tema.

2.3.1 Artigos: Modelagem Matemática na Educação

Mapa 11: Artigos sobre Modelagem Matemática na Educação

Título	Autor (es)	Publicação	Ano
Reflexões a respeito do uso da Modelagem Matemática em aulas nos anos iniciais do ensino fundamental	Emerson Tortola Lourdes Maria Werle de Almeida	Revista Brasileira Estudos Pedagógicos	2013
Modelagem Matemática: um recurso pedagógico para o ensino de Matemática	Rúbia Juliana Gomes Fernandes Guataçara dos Santos Junior	Revista Práxis	2012
30 anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais	Maria Salett Biembengut	Revista de educação em Ciência e Tecnologia	2009

Fonte: Elaborado pela autora.

A) *Reflexões a respeito do uso da Modelagem Matemática em aulas nos anos iniciais do ensino fundamental*

Este artigo de autoria de Emerson Tortola e de Lourdes Maria Werle de Almeida objetivava verificar o desempenho de um grupo de estudantes ao resolverem questões da Prova Brasil, um ano após participarem do desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática.

Para isso, os dados empíricos foram obtidos em duas etapas numa escola municipal localizada no norte do estado do Paraná. A primeira foi realizada em 2011, com 36 estudantes que estavam no 4º ano do Ensino Fundamental. A segunda etapa foi realizada em 2012 com 26 estudantes que estavam no 5º ano do Ensino Fundamental, sendo os mesmo estudantes que participaram da primeira etapa.

A primeira etapa consistiu na aplicação de atividades de Modelagem Matemática que foram divididas em três momentos. No primeiro momento os estudantes receberam duas atividades, uma folha com informações e materiais concretos que auxiliassem na resolução. As atividades eram: “*Como se determina o tamanho de um anel?*” e “*Quantos alunos cabem na sua sala de aula?*”. Nesse momento o professor forneceu os dados necessários para encontrar a solução do problema. No segundo momento, os estudantes receberam duas

atividades, folha com informações e materiais concretos. As atividades foram: “*Quanto você gasta de energia elétrica para assistir seu desenho favorito? E para tomar banho?*” e “*Será que é possível medir a beleza de uma pessoa?*”. Nesse segundo momento, os estudantes necessitavam do auxílio de calculadora para resolver os problemas propostos e a coleta de dados ficou por conta deles. No terceiro momento, os estudantes participaram de três atividades em que receberam apenas computador com acesso à internet. As atividades foram: “*Como se determina um valor, em reais, de uma quantia em dólar?*”, “*Qual caixa d’água comprar?*” e “*Quanto é gasto com flúor na escola?*”. Nesse terceiro momento, os estudantes tiveram que conduzir as atividades de modelagem, buscando resolver o problema inicial.

A segunda etapa, realizada em 2012, após transcorrido um ano do desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática, os estudantes foram submetidos a 15 questões de múltipla escolha retiradas da Prova Brasil que abordavam os mesmos conteúdos que as atividades de modelagem aplicadas em 2011. Todas as 15 questões partiam de uma problemática relacionada a situações cotidianas. Os estudantes deveriam retirar os dados necessários para resolução do problema de gráficos, tabelas e esquemas que acompanhavam as questões.

Os principais resultados do estudo revelam que os estudantes apresentaram bom desempenho quanto à resolução das 15 questões, sendo considerado satisfatório, pois os estudantes (19 dos 26) haviam acertado mais da metade da prova. Em apenas 3 das 15 questões, o número de erros superou o de acertos, sendo que os estudantes foram capazes de utilizar o conhecimento construído em relação aos conteúdos abordados durante as atividades de modelagem. Os autores ressaltam que o bom desempenho dos estudantes na prova não é decorrência imediata das atividades de Modelagem Matemática, pois outros fatores também podem influenciar. Porém, destacam que esse resultado indica o potencial que a Modelagem Matemática em sala de aula apresenta, visando principalmente à aprendizagem dos estudantes.

B) Modelagem Matemática: um recurso pedagógico para o ensino de Matemática

Esse artigo de autoria de Rúbia Juliana Gomes Fernandes e de Guataçara dos Santos Junior objetivava apresentar a Modelagem Matemática como estratégia no processo de ensino e aprendizagem com intuito de contribuir para aquisição de conhecimentos matemáticos a partir de situações problemas reais.

Para isso, os procedimentos metodológicos foram pautados em uma investigação, onde as autoras buscaram trabalhar a partir de uma pesquisa-ação. As autoras elaboraram um roteiro de atividades que foram aplicadas em uma turma de 7º ano do Ensino Fundamental de uma escola de periferia da rede pública do município de Curitiba. A pesquisa teve duração de quatro aulas, contando com a participação de, aproximadamente, 34 estudantes.

As pesquisadoras dividiram as atividades em quatro momentos. No primeiro, “*problematização*”, conversaram informalmente com os estudantes sobre o que eles viam de pontos problemáticos na escola. Então, os estudantes elencaram, entre muitos, a falta de espaço apropriado para as aulas de educação física. Esse passou a ser o tema para o desenvolvimento da proposta de Modelagem Matemática. No segundo momento, “*exploração do espaço físico*”, os estudantes, após explorarem o espaço físico da escola e discutirem com os colegas, verificaram que poderiam ter várias quadras de esporte e mesas fixas de xadrez no espaço lateral, além do ginásio já existente.

No terceiro momento, “*análise e reflexão*”, os estudantes buscaram as medidas oficiais de quadras de esporte, a fim de verificar qual seria a melhor disposição para o aproveitamento do espaço. Nesse terceiro momento, as professoras buscaram explorar os conteúdos matemáticos pertinentes para o fechamento do projeto. No quarto momento, “*repensar ações em prol da melhoria de seu espaço escolar*”, os estudantes redigiram uma carta à direção da escola, sugerindo as mudanças no espaço físico da instituição.

Os principais resultados observados indicam a dificuldade dos estudantes estabelecerem conexão entre a situação-problema e os conteúdos matemáticos abordados na escola, além de verificar a necessidade de uma relação mais interacionista e dialógica. Portanto, a modelagem seria uma possibilidade favorável a novas aprendizagens, pois estimularia o “*desenvolvimento do raciocínio lógico dedutivo, as habilidades mentais, o espírito exploratório investigativo e a estabelecer uma conexão dos princípios matemáticos com áreas do conhecimento*”.

C) 30 anos de Modelagem Matemática na educação brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais

Esse artigo de autoria de Maria Salett Biembengut trata de parte de um mapeamento feito pela autora, cujo objetivo era identificar as ações pedagógicas com Modelagem Matemática na Educação Brasileira.

Para isso, a autora descreveu e organizou dados compostos principalmente de documentos para posterior análise, objetivando fazer um histórico das atividades com modelagem dos precursores, além de identificar e documentar as produções acadêmicas sobre modelagem e analisar os cursos de licenciatura de Matemática que possuem em suas grades curriculares a disciplina de modelagem, destacando as evidências comuns e relevantes dessas produções e cursos.

Os principais precursores citados pela autora são Aristides Camargo Barreto, Rodney Carlos Bassanezi, Ubiratan D’Ambrósio, João Frederico Meyer, Marineuza Gazzetta e Eduardo Sebastiani. A autora apresentou uma breve síntese das atividades feitas por Aristides e Rodney, pois considera que eles foram os principais responsáveis por impulsionar a Modelagem Matemática na Educação Brasileira.

Sobre as produções acadêmicas e cursos de licenciatura, a autora identificou 288 trabalhos acadêmicos (teses, dissertações e monografias), 836 artigos e 112 licenciaturas que possuem a disciplina de modelagem em sua grade curricular ou que, pelo menos, abordam o tema em outra disciplina.

Os principais resultados obtidos a partir do mapeamento realizado das ações pedagógicas com Modelagem Matemática na Educação Brasileira indicam que os trinta anos que se passaram mostram como a Modelagem Matemática foi significativa para a Educação Brasileira, uma vez que o movimento de modelagem no país inaugurou um novo caminho para promover conhecimentos, transmitir experiências e concepções matemáticas. Ressalta, porém, que apesar do crescimento no interesse pela modelagem, ainda tem poucas evidências de mudanças na Educação.

2.3.2 Teses e Dissertações: Modelagem Matemática na Educação

Mapa 12: Teses e Dissertações sobre Modelagem Matemática na Educação

Título	Autor	Orientador	Instituição	Ano
Interações discursivas e aprendizagem em Modelagem Matemática	Elaine Cristina Ferruzzi	Prof. Dra. Lourdes Maria Werle de Almeida	Universidade Estadual de Londrina	2011
Modelagem Matemática: uma proposta para o ensino da Matemática	Cláudia Regina Confortin Viecili	Prof. Dr. Vicente Hillebrand	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	2006

Modelação Matemática no ensino fundamental: motivação dos estudantes em aprender geometria	Nara Sílvia Tramontina Zukauskas	Prof. Dra. Maria Salett Biembengut	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	2012
--	----------------------------------	------------------------------------	---	------

Fonte: Elaborado pela autora.

A) *Interações discursivas e aprendizagem em Modelagem Matemática*

Essa tese de doutorado de autoria de Elaine Cristina Ferruzzi objetivava investigar as interações que ocorrem durante a realização de atividades de Modelagem Matemática em sala de aula, buscando identificar características que dão subsídios para a compreensão do papel destas interações na aprendizagem dos estudantes.

Para isso, os dados empíricos advieram do desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática com um grupo de 14 estudantes da disciplina de Matemática 2 do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Os dados coletados foram registrados por meio de filmagens, gravações em áudio e observações.

Para o desenvolvimento das atividades, os estudantes foram divididos em quatro grupos e as atividades foram divididas em três momentos. No primeiro, foi desenvolvida uma atividade que tratou de “*variação da concentração de cálcio em sedimentos de fundo do Rio Limoeiro localizado em Londrina- PR*”. A situação-problema já estruturada e os dados para o estudo foram apresentados pela professora. A escolha do problema, as simplificações, a elaboração de hipótese e do modelo foram realizados em conjunto, professora e estudantes.

O segundo momento contou com a atividade “*estudo do resfriamento de um corpo de alumínio*”. Neste momento a situação-problema e mais algumas informações foram sugeridas pela professora. Os estudantes realizaram a formulação das hipóteses e do modelo e, ainda, a validação do modelo com subsídio da professora.

O terceiro momento contou com o desenvolvimento de seis atividades: “*Estudo da área de soja cultivada no Brasil*”; “*Capacidade térmica do aquecedor solar construído na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Londrina – Pr*”; “*Projeção de área plantada de cana-de-açúcar no território brasileiro*”; “*Tratamento, com uma base do tipo Hidróxido de Sódio, da água contaminada com acetato de Etila*”; “*Simulação e estudo da Contaminação de Hidróxido de Sódio em um recipiente com fluxo contínuo*”; “*Contaminação dupla de uma mistura com acetato de Etila*”. Nesse momento, desde a

escolha das situações a serem pesquisadas até a validação do modelo, ficaram a cargo dos estudantes.

Os principais resultados obtidos apontaram que o desenvolvimento da proposta de Modelagem Matemática oportunizou o estabelecimento de interações dialógicas e constituintes de diálogo que favoreceram a aprendizagem dos estudantes, pois possibilitou que os mesmos expusessem seus questionamentos, apresentassem suas ideias e se envolvessem efetivamente no desenvolvimento das atividades. Também concluíram que a professora desempenhou papel fundamental na constituição das interações e que as características das situações-problema oportunizaram o estabelecimento dessas interações.

B) Modelagem Matemática: uma proposta para o ensino da Matemática

Essa dissertação de autoria de Cláudia Regina Confortin Vicili objetivava investigar como a utilização da Modelagem Matemática contribui para a construção do conhecimento matemático de estudantes de sétima série do Ensino Fundamental. Assim, a autora buscou analisar a evolução do interesse e do desempenho dos estudantes diante dos trabalhos com modelagem.

Para isso, a autora da pesquisa realizou atividades práticas de modelagem com duas turmas de sétima série de uma escola pública do município de Marau-RS, com aproximadamente 35 estudantes em cada uma das turmas. Essas duas turmas foram escolhidas, pois eram as turmas que mais apresentavam dificuldades em relação à disciplina de Matemática. As atividades de modelagem foram desenvolvidas nos meses de julho a setembro e versavam sobre produtos notáveis e sistemas de equações, uma vez que a autora da pesquisa tinha a preocupação de vencer o conteúdo programático previsto para o ano letivo. Antes de iniciar as atividades de modelagem, os estudantes participaram de um trabalho interdisciplinar com a disciplina de educação artística no qual confeccionaram figuras geométricas.

As primeiras atividades de modelagem foram sobre produtos notáveis. Inicialmente a professora fez um trabalho com material concreto contendo peças coloridas feitas de cartolina para que fossem montadas expressões algébricas do 1º e do 2º grau e, após isso, com o material concreto modelaram a resolução de equações do 1º grau, fatoração e resolveram exercícios envolvendo situações-problema de expressões algébricas.

Após essas atividades, a professora iniciou sistemas de equações sem anunciar aos estudantes. Para isso, ela disse que seria uma aula de histórias. Por sugestão dos estudantes, os personagens deveriam ser animais. Assim ela contou a seguinte história: “*Eu e minha família gostamos muito de animais; por isso, temos cachorros e gatos num total de vinte animais. Já a minha prima, em seu sítio, tem o dobro de cachorros e o mesmo número de gatos, num total de 35 animais. Quantos gatos e cachorros têm cada uma das famílias?*”. Logo, os estudantes se deram conta que era um probleminha semelhante aos resolvidos nas aulas anteriores e partiram para resolução.

Os principais resultados mostraram que houve mudança de concepção em relação à Matemática por parte dos estudantes, bem como de interesse e motivação em trabalhar com Modelagem Matemática. Os estudantes criaram estratégias próprias para resolver os problemas de tal maneira que se sentissem motivados a investigar uma situação cotidiana e refletir sobre a situação. Assim, a autora concluiu que a utilização da Modelagem Matemática em sala de aula contribuiu significativamente para construção de conhecimento matemático dos estudantes de sétima série do Ensino Fundamental e que o professor deve estar sempre repensando sua prática pedagógica, mostrando-se aberto a críticas e perguntas, e motivando seus estudantes.

C) Modelação Matemática no ensino fundamental: motivação dos estudantes em aprender geometria

Essa dissertação de autoria de Nara Sílvia Tramontina Zukauskas objetivava analisar a motivação de um grupo de estudantes em aprender geometria plana utilizando a Modelação Matemática como método de ensino. Assim, a autora buscou identificar a concepção de geometria plana e comparar essas concepções de geometria plana desse grupo de estudantes antes e após o processo de Modelação Matemática.

Para isso, os dados empíricos foram obtidos a partir de uma aplicação de um projeto extraclasse com um grupo de 15 estudantes voluntários do 6º ano do Ensino Fundamental sobre o tema embalagens. O desenvolvimento do projeto teve duração de 11 encontros e a proposta foi desenvolvida seguindo as etapas da Modelação descritas por Biembengut (2009): Percepção e apreensão; Compreensão e explicação; Significação e Modelação. Os dados coletados foram oriundos das interações e materiais elaborados pelos estudantes durante a

aplicação do projeto. Os instrumentos de coleta dos dados foram avaliações realizadas, diário de campo e duas entrevistas.

Na primeira etapa a professora anunciou aos estudantes que eles deveriam construir uma embalagem para algum produto. A professora buscou motivá-los para participar no projeto e, para isso, apresentou um vídeo com uma série de imagens de formas geométricas presentes na natureza e no dia a dia dos estudantes, promovendo uma discussão com os estudantes sobre o que eles gostariam de estudar sobre o tema embalagens. Também fez a leitura e discussão de um texto sobre formas geométricas.

Na segunda etapa, a professora desenvolveu os conteúdos curriculares (geometria plana e tópicos de geometria espacial) e não curriculares que fossem necessários para elaboração dos modelos de embalagens. Os estudantes também tiveram aulas no laboratório de informática para elaboraram um material sobre triângulos e quadriláteros apresentando a classificação de cada um deles, cálculo de área e de perímetro. Ao final, a professora promoveu uma discussão para que eles expusessem seus materiais e suas conclusões. Na sequência os estudantes iniciaram seus desenhos usando os conhecimentos que haviam sido abordados até o momento.

Na terceira etapa, os estudantes construíram suas embalagens. A professora distribuiu material adequado para que eles pudessem fazer a planificação da embalagem apresentando as medidas e construíssem a própria embalagem. Além disso, a ela deveria ser decorada contendo as informações do produto que seria embalado.

Os principais resultados apontam que o projeto extraclasse favoreceu a aprendizagem de conteúdos de geometria plana, pois foi atribuído aos estudantes um papel ativo na realização das atividades, tornando-os responsáveis por sua aprendizagem. Observou, ainda, que o desenvolvimento da proposta de ensino promoveu momentos de motivação e de desmotivação dos estudantes durante a sua aplicação. Concluiu que a Modelação possibilitou melhor contextualização, relacionando a Matemática com outras áreas do conhecimento, o que favoreceu a motivação dos estudantes que ficou expressa nas produções que fizeram.

2.3.3 Artigos: Alfabetização e Competência Científicas

Mapa 13: Artigos sobre Alfabetização e Competência Científicas

Título	Autor (es)	Publicação	Ano
Ciências no nono ano do ensino fundamental: da disciplinaridade à Alfabetização Científica e tecnológica	Tathiane Milaré José de Pinho Alves Filho	Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	2010
Articulação Centro de Pesquisa – Escola Básica: contribuições para a Alfabetização Científica e tecnológica	Giselle Watanabe Caramello Roseline Beatriz Strieder Graciella Watanabe Marcelo G. Munhoz	Revista Brasileira de Ensino de Física	2010
Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo	Lúcia Helena Sasseron Anna Maria Pessoa de Carvalho	Revista Investigações em Ensino de Ciências	2008

Fonte: Elaborado pela autora.

A) Ciências no nono ano do ensino fundamental: da disciplinaridade à Alfabetização Científica e Tecnológica

Esse artigo de autoria de Tathiane Milaré e de José de Pinho Alves Filho objetivava apresentar uma análise do ensino de Ciências do nono ano do ensino fundamental, apontando quais conhecimentos de química são abordados e de que maneira isso ocorre. Além disso, era objetivo discutir uma proposta de como a química pode contribuir para o processo de Alfabetização Científica e Tecnológica dos estudantes.

Para isso, os autores analisaram os conteúdos de química que eram abordados nos livros didáticos de Ciências e qual enfoque era dado a esses conteúdos. Além disso, os pesquisadores realizaram entrevistas com nove professores de Ciências de nono ano do ensino fundamental do Estado de Santa Catarina e São Paulo para verificar quais conteúdos abordavam e a forma como faziam.

Em contrapartida, os pesquisadores elaboraram uma proposta didática envolvendo o tema leite que poderia contribuir com a Alfabetização Científica e Tecnológica dos estudantes

de nono ano. Na proposta didática sobre o tema leite está abordado: origem do leite, processos industriais do leite, características e propriedades do leite. Esses tópicos estão relacionados com o conteúdo curricular: classificação dos seres vivos, microorganismos, propriedades da matéria e substâncias. Essa proposta didática ficou à disposição dos professores para que eles a utilizassem.

Os principais resultados das análises realizadas indicam que o ensino da química é abordado de maneira disciplinar, divergindo da interdisciplinaridade e contextualização que são fundamentais nesse nível de ensino e orientadas nos documentos oficiais. Assim, os autores sugerem que para reversão da disciplinaridade na qual o ensino de química se encontra, sejam efetivadas propostas contextualizadas a partir de temas instigadores. Por isso sugerem o tema leite como um exemplo de proposta de ensino contextualizada e interdisciplinar, que desenvolve no estudante capacidades e atitudes para compreender situações diversas e resolver diferentes problemas, promovendo assim, a Alfabetização Científica e Tecnológica desses estudantes.

B) Articulação centro de pesquisa – escola básica: contribuições para a Alfabetização Científica e Tecnológica

Esse artigo de autoria de Giselle Watanabe Caramello, Roseline Beatriz Strieder, Graciella Watanabe e de Marcelo Munhoz apresenta uma discussão sobre os elementos que devem ser considerados na seleção e organização dos conteúdos relevantes ao se programar visitas de estudantes da Educação Básica a centros de pesquisa.

Os autores defendem que se deve aumentar o interesse da sociedade pela Ciência e uma alternativa para isso é aproximar ambas. Assim, no Departamento de Física Nuclear da USP, são organizadas visitas monitoras para os estudantes do Ensino Médio, visando contribuir para construção de uma sociedade científica e tecnologicamente alfabetizada.

Para isso, os autores organizaram um roteiro de visita ao Laboratório Aberto de Física Nuclear, onde está localizado o acelerador de partículas eletrostático *Pelletron*, foco da visita. A visita objetiva propor discussões que envolvessem a tríade CTS, integrando o contexto escolar e os interesses dos estudantes a discussão. Além disso, foram analisados livros didáticos utilizados no Ensino Médio com intuito de verificar e explorar os assuntos contidos no livro que eram contemplados por meio da visita. Esses assuntos foram denominados de assuntos temáticos.

Na seleção e organização dos conteúdos, de acordo com os autores, deve-se considerar os elementos temáticos e conceituais que se deseja abordar ao propor uma visita. Assim, foi dividida em: “*Organização temática*”; “*Organização conceitual*”. A “*organização temática*” deve considerar os aspectos sociais, políticos e econômicos, sendo dividida em: “*Aspectos científicos*”: está relacionado às questões importantes para o desenvolvimento da Ciência; “*Aspectos sociais*”: está relacionado a discussões que envolvem a realidade dos estudantes; “*Aspectos tecnológicos*”: está relacionado às pesquisas realizadas nos laboratórios e o desenvolvimento tecnológico; “*Aplicações*”: está relacionado a aspectos que envolvem a Ciência e a Tecnologia. A “*Organização conceitual*” está relacionada à seleção dos conteúdos para a proposta que se deseja desenvolver, sendo dividida em dois grupos: “*Processos envolvidos no funcionamento do acelerador de partículas*”: está relacionado à abordagem dos princípios físicos ligados ao funcionamento do acelerador; “*Conceitos fundamentais*”: está relacionado à discussões sobre alguns princípios da física moderna.

Os principais resultados obtidos indicam que para abordar um tema é necessário articulá-lo com questões relacionadas ao âmbito social, político e econômico, além de privilegiar os conceitos presentes no currículo. Quanto à seleção e organização dos conteúdos ao se programar visitas a centros de pesquisa, os autores concluem que para ser organizada e coerente, é necessário que se conheça bem os dois contextos, ou seja, escola e centro de pesquisa. Concluem que para alfabetizar cientificamente, formando pessoas capazes de tomar decisões, os temas abordados não podem levar apenas em consideração os elementos conceituais.

C) Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo

Esse artigo de autoria de Lúcia Helena Sasseron e Anna Maria Pessoa de Carvalho objetivava investigar como uma sequência didática que aborda questões relacionadas à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente podem contribuir para iniciar o processo de Alfabetização Científica nas séries iniciais do Ensino Fundamental.

Para isso, os dados empíricos advieram de uma pesquisa realizada na Escola de Aplicação da FEUSP, em uma turma de 3ª série do Ensino Fundamental. A sequência didática aplicada na escola teve duração de 11 aulas e teve como objetivo aproximar os estudantes

com o mundo das Ciências, possibilitando que eles se envolvessem em questões relacionadas a fenômenos naturais e suas implicações.

A sequência didática, que tinha uma perspectiva interdisciplinar, foi intitulada de “*Navegação e Meio Ambiente*”. Nessa sequência era objetivo abordar tópicos sobre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente promovendo discussões durante as atividades. A primeira atividade da sequência consistia na construção de um barquinho com folhas de alumínio que fosse capaz de transportar peças metálicas sem afundar. Nessa atividade foi possível abordar informações e discutir sobre a história da navegação, meios de transporte aquáticos, como garantir a estabilidade de uma embarcação e sobre problemas ambientais. Em seguida, os estudantes participaram do jogo intitulado “*Presa e Predador*” a partir do qual foi possível discutir sobre a dinâmica das populações, relação entre os diferentes seres vivos, fenômenos científicos e adventos tecnológicos que trazem melhorias à sociedade, além de discutir sobre questões ambientais geradas por atividades humanas.

Como o objetivo da pesquisa era analisar as argumentações dos estudantes, todas as aulas foram gravadas em vídeo. Porém, no artigo, as autoras apenas descrevem duas para as atividades que já foram descritas.

Os principais resultados indicaram que os estudantes envolveram-se com as investigações e as discussões. Os resultados mostraram também que as discussões realizadas levaram os estudantes a usar habilidades dos indicadores da Alfabetização Científica, além de mostrarem que os estudantes construíram explicações consistentes e coerentes de acordo com as questões propostas. Também apresentaram habilidade para organizar as informações existentes, tentando formular explicações para o que estava sendo discutido. A autora destaca que os estudantes estão encaminhando-se à Alfabetização Científica, principalmente quando se utiliza temas que são do interesse deles.

2.3.4 Teses e Dissertações: Alfabetização e Competência Científicas

Mapa 14: Teses e Dissertações sobre Alfabetização e Competência Científicas

Título	Autor	Orientador	Instituição	Ano
A contaminação por chumbo em crianças: Subsídios para ação educativa em Alfabetização Científica	Veronica Aparecida Pereira	Prof. Dra. Ana Maria Lombardi Daibem	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	2006

Indicadores da Alfabetização Científica nos anos iniciais do ensino fundamental e aprendizagens profissionais da docência na formação inicial	Fabiana Maris Versuti-Stoque	Prof. Dr. Jair Lopes Junior	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	2011
Modelação Matemática e Alfabetização Científica da Educação Básica	Lisiane Milan Selong	Profª. Dra. Maria Salett Biembengut	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	2013

Fonte: Elaborado pela autora.

A) *A contaminação por chumbo em crianças: subsídios para ação educativa em Alfabetização Científica*

Essa dissertação de autoria de Veronica Aparecida Pereira objetivava investigar como quatro escolas públicas inseridas em uma região de Bauru-SP contaminada por chumbo trabalhavam utilizando temas factuais, mais especificamente a contaminação por chumbo, que fazem parte da realidade dos estudantes. Além disso, a pesquisadora investigou quais as concepções do grupo de professores acerca do processo de ensino-aprendizagem, bem como as principais influências dessas concepções em suas práticas pedagógicas.

Para isso, foram contatados professores de escolas inseridas na região de contaminação por chumbo, sendo essa uma condição necessária para o desenvolvimento da pesquisa que foi dividida em três etapas: *diagnóstico; intervenção; avaliação.*

No *diagnóstico*, a autora fez entrevistas individuais com 36 professores de turmas de 1º e 2º ciclos do Ensino Fundamental para identificar itens como: trabalhos já realizados a partir do tema contaminação por chumbo; concepções sobre ensino e aprendizagem; possíveis diferenças no desempenho escolar das crianças contaminadas por chumbo e as crianças não contaminadas.

Na *intervenção*, a autora elaborou um programa de capacitação de 30 horas/aula dividido em cinco encontros com 15 participantes, relativo às necessidades apontadas nas entrevistas. Os tópicos abordados durante a capacitação foram: *Contaminação por chumbo; Ciência, tecnologia e sociedade; Processo de ensino aprendizagem; Educação ambiental; Planejamento de ensino, intervenção e avaliação.*

A capacitação contou com a colaboração de palestrantes para fazerem exposição do tema proposto para o encontro, seguida de discussão com os professores participantes. No primeiro encontro foi feita uma acolhida e integração dos presentes, quando foi apresentado o curso de capacitação bem como a justificativa para realização do mesmo. No segundo encontro o tema abordado foi *Contaminação por chumbo e suas implicações para saúde humana* com objetivo de conhecer e refletir sobre os efeitos da contaminação por chumbo na saúde humana, forma de absorção, prevenção e tratamento, visando identificar ações possíveis por parte dos professores.

No terceiro encontro foi tratado de *Ciência, Sociedade, Tecnologia e Ambiente e Contribuições da Educação Ambiental* com o objetivo de refletir sobre o impacto das questões da saúde humana no ambiente escolar para uma busca de práticas sociais. No quarto encontro ocorreu continuação do anterior e os demais temas abordados foram *Desenvolvimento infantil e Práticas educativas em Alfabetização Científica* com o objetivo de refletir criticamente sobre as implicações da Ciência e da Tecnologia na sociedade atual. No quinto encontro os temas abordados foram *Educação, Ambiente e Educação Ambiental* com o objetivo de discutir sobre a importância de atuar no ambiente do qual faz parte. Neste último encontro também foi feito um planejamento de ações contextualizadas na realidade escolar em que se encontram.

Na *avaliação*, trinta dias após a capacitação, foi realizada uma segunda entrevista como 13 participantes, utilizando o mesmo instrumento da entrevista inicial a fim de comparar os dados anteriores e posteriores à capacitação.

Os principais resultados obtidos mostraram que os professores tinham diferentes concepções de ensino e aprendizagem e, em sua prática docente, somente 25% dos mesmos utilizam a contaminação por chumbo, de forma sistemática. Mostraram, ainda, desconhecimento das implicações da contaminação por chumbo por parte de alguns professores. Após a intervenção, a etapa de avaliação apontou a capacitação como positiva para formação dos professores, pois verificou que para temas factuais serem ponto de partida para o ensino, é necessário que o professor esteja capacitado para abordar a temática em sala de aula. Observou, ainda, que sem a capacitação dos professores, o tema da contaminação por chumbo em muitas escolas não era e nem seria abordado em sala de aula. Além disso, destacou a relevância do tema no contexto de inserção dos estudantes e professores para promoção da Alfabetização Científica no sentido de formar pessoas capazes de refletir e serem críticas diante do contexto em que se encontram.

B) Indicadores da Alfabetização Científica nos anos iniciais do Ensino Fundamental e aprendizagens profissionais da docência na formação inicial

Essa tese de autoria de Fabiana Maris Versuti-Stoque objetivava investigar se existe um distanciamento entre a produção acadêmica sobre o ensino de Ciências e as práticas de formação inicial de professores. Também, visava compreender como esse distanciamento ocorre, ou seja, verificar se as condições e recursos didáticos disponíveis em um curso de formação inicial de professores são condições favoráveis para o desenvolvimento da atuação profissional, favorecendo a emissão de indicadores de Alfabetização Científica.

Para isso, os dados empíricos advieram de duas licenciandas em pedagogia de uma instituição de ensino superior pública de São Paulo-SP, ao realizarem o estágio obrigatório da disciplina de Ação Pedagógica Integrada II: Ensino Fundamental, na qual a pesquisadora era monitora. Uma das condições para escolha das duas participantes foi de que nenhuma delas tivesse experiência prévia de magistério.

Para realização do estágio da disciplina, a dupla de licenciandas deveria elaborar um projeto temático da área de Ciências Naturais para ser aplicado em uma turma de Ensino Fundamental e, nesse projeto, deveriam ser contemplados os conteúdos curriculares sugeridos pela professora titular da turma. A disciplina de estágio contemplava 5 horas de observação da turma na qual fosse aplicado o projeto, 5 horas para elaborar o projeto e 5 horas para executar o mesmo. O projeto temático elaborado pelas licenciandas tratou sobre agricultura e foi desenvolvido em uma turma de 4º ano do Ensino Fundamental, totalizando 35 estudantes do interior de SP.

Assim sendo, as etapas metodológicas adotadas pela pesquisadora foram: acesso aos registros de planejamento das aulas das licenciandas; acesso aos registros das interações ocorridas durante a execução do projeto; acesso às medidas comportamentais de possíveis indicadores de Alfabetização Científica; interação com as licenciandas visando à interpretação funcional dos indicadores. As aulas na turma de 4º ano e os encontros posteriores com as licenciandas foram filmadas pela pesquisadora. Foram utilizados indicadores de Alfabetização Científica estabelecidos por Sasseron (2008) para serem comparados com indicadores produzidos pelas licenciandas.

Os principais resultados demonstraram que os indicadores produzidos pelas licenciandas distanciam-se dos indicadores de Alfabetização Científica estabelecidos por Sasseron (2008), pois as práticas de ensino planejadas e executadas por elas não favoreceram

a emissão de comportamentos dos estudantes consistentes com a proposta de alfabetizar cientificamente. Concluiu, ainda, que o desenvolvimento da Alfabetização Científica conforme indicado pela literatura não se apresentou como diretriz das propostas de formação inicial das participantes do estudo.

C) Modelação Matemática e Alfabetização Científica da Educação Básica

Essa dissertação de autoria de Lisiane Milan Selong objetivava analisar a Alfabetização Científica de estudantes de Ensino Fundamental e Ensino Médio utilizando a Modelação como método de ensino.

Para isso, os dados empíricos advieram da aplicação de um material didático de Modelação com o tema Embalagem de autoria de Biembengut (1990). O desenvolvimento da aplicação ocorreu em 24 aulas, com duração de 50 minutos cada, na disciplina de Desenho Geométrico para quatro turmas de estudantes de 1º ano do Ensino Médio, totalizando 122 estudantes. O outro grupo foi composto de nove estudantes voluntários de 6ª série do Ensino Fundamental que participaram em horário extraclasse. Em ambos os grupos a pesquisadora também era professora e a proposta desenvolvida foi a mesma para os dois.

O desenvolvimento da proposta seguiu as três etapas da Modelação definidas por Biembengut (2009): *percepção e apreensão; compreensão e explicação; significação e expressão*. Na primeira etapa os estudantes foram instigados a se familiarizar com o tema, buscando informações sobre os diferentes tipos de embalagens e realizando atividades que indicassem a Matemática presente no dia a dia. Além disso, a professor procurou explicar alguns conceitos básicos de geometria. Na segunda etapa, ocorreu a aplicação de modelos guia da planificação dos sólidos geométricos que estavam sendo estudados, juntamente com o desenvolvimento do conteúdo de Matemática que era necessário para a realização da atividade. Na terceira etapa, os estudantes criaram seus próprios modelos de embalagens. Para isso, eles poderiam usar os modelos guia que foram ensinados. Também foram orientados a utilizar a imaginação para fazerem embalagens bem criativas. Ao final disso, os estudantes apresentaram seus trabalhos e um portfólio que eles organizaram durante as atividades.

Assim, os dados empíricos advieram das atividades realizadas, ou seja, dos relatos destas, registrados pela professora-pesquisadora, que foram analisados com base em uma adaptação dos níveis de proficiência em Ciências. Essa análise serviu para verificar qual nível

de Competência Científica os estudantes alcançaram após participarem do processo de Modelação.

O desenvolvimento da Modelação permitiu a pesquisadora observar que os estudantes estabeleciam relação entre as embalagens e o conteúdo de Matemática apenas pelo visual, apresentavam dificuldades para aplicar os conceitos matemáticos vistos em aula e dificuldade para manusear os instrumentos de desenho.

Os principais resultados indicaram que os dois grupos de estudantes apresentaram alguns avanços durante as atividades, mostrando-se criativos e críticos no processo de criação de seus próprios modelos. A autora conclui que, desse modo, a Modelação é um método de ensino que pode proporcionar Alfabetização Científica aos estudantes.

2.3.5 Artigos: Modelos Mentais

Mapa 15: Artigos sobre Modelos Mentais

Título	Autor (es)	Publicação	Ano
Os Modelos Mentais de frações: como universitários lidam com conceitos fundamentais de Matemática?	Niltom Vieira Junior Laurence Duarte Colvara	Revista Ciências & Cognição	2010
A formação de modelos mentais na sala de aula	Ednilson Sérgio Ramalho de Souza	Revista EXITUS	2013

Fonte: Elaborado pela autora.

A) Os Modelos Mentais de frações: como universitários lidam com conceitos fundamentais de Matemática?

Esse artigo de autoria de Niltom Vieira Junior e de Laurence Duarte Colvara objetivava identificar a estratégia e raciocínio utilizados pelos estudantes universitários para solução dos problemas propostos, principalmente sobre conceitos matemáticos considerados fundamentais, no caso fração.

Para realizar a pesquisa, foram analisados vinte e dois estudantes de cursos superiores do Instituto Federal de Minas Gerais, sendo 12 do curso de Matemática, 7 de Tecnologia em Gestão Financeira e 3 de Engenharia Elétrica. Os sujeitos envolvidos responderam a onze questões, sendo 9 abertas e 2 de verdadeiro ou falso. As questões abertas tratavam das ideias

prévias dos estudantes sobre frações; as relações que conseguem fazer com porcentagens, números decimais e dízimas periódicas; representação geométrica de um número fracionário; probabilidade. As questões de verdadeiro ou falso tratavam da identificação de situações cotidianas que envolvem uso de frações. O pesquisador teve cuidado para que as questões tivessem graus equilibrados de dificuldade.

Após resolverem as questões, os estudantes fizeram a leitura das resoluções na presença do pesquisador que conduziu para uma entrevista que foi gravada em áudio. Além disso, os pesquisadores solicitaram que os envolvidos construíssem um mapa conceitual abrangendo tudo o que achassem relevante sobre seu conhecimento acerca do assunto, no caso, frações. Com esses dados foi possível ao pesquisador identificar os Modelos Mentais dos estudantes a respeito de frações e analisá-los com base na teoria dos Modelos Mentais de Johnson-Laird (1983).

Os principais resultados obtidos indicaram que 9% dos estudantes analisados não apresentaram modelo mental sobre o tema de estudo (entendem fração como um numerador sobre um denominador ou como um número sobre outro). Na resolução das questões, esses relataram que resolveram da maneira como foram ensinados na escola, de maneira mecânica. Os demais estudantes apresentaram Modelos Mentais em níveis diferentes (fração como divisão (59%); fração como parte (23%); fração como razão e proporção (4,5%) e modelo científico (4,5%)). Os estudantes utilizam diferentes estratégias de acordo com seus aspectos individuais, mas equivalentes conceitualmente, para resolver um mesmo problema. Desse modo, os autores concluíram que os métodos tradicionais de avaliação nem sempre estão de acordo com o real conhecimento dos estudantes.

B) A formação de Modelos Mentais na sala de aula

Esse artigo de autoria de Ednilson Sérgio Ramalho de Souza objetivava apresentar uma reflexão sobre o que é um modelo mental, suas principais características, tipos e natureza, dinâmica de formação e como se poderiam construir recursos didático-pedagógicos a partir dessas informações obtidas.

Para isso, o autor realizou uma revisão na literatura sobre Modelos Mentais e apresentou exemplos de atividades nas quais investigou Modelos Mentais de estudantes. A revisão de literatura sobre o assunto tratou de autores como D'Amore, Borges, Johnson-Laird e Moreira. O autor apresentou a ideia de modelo mental como sendo um bloco de construção

cognitivo composto por n camadas de imagens mentais acomodadas. Assim, o autor considera que a principal função do modelo mental no ensino e aprendizagem é servir para o raciocínio e compreensão por meio da simulação mental.

As atividades desenvolvidas pelo autor para investigar Modelos Mentais foram realizadas com um estudante de 8º ano, um de 9º ano do Ensino Fundamental e um estudante de um curso pré-vestibular. Nessa investigação, o autor buscou analisar os Modelos Mentais dos estudantes sobre o conceito de ‘força’. Assim, para todos os estudantes, o autor fez a mesma pergunta: “*Que pensamento lhe vem à cabeça quando escuta falar sobre força?*”. As respostas dos estudantes foram respectivamente: “*De um cara dando porrada no outro!*”, “*De um homem empurrando uma caixa!*”, “*Penso que força é um movimento que tu faz... é um impulso... de um objeto que pode ir pra trás e pra frente, depende do movimento que tu faz e da força que tu exerce sobre ele*”.

Essas respostas dos estudantes permitiram ao pesquisados observar que os Modelos Mentais que os estudantes possuem sobre o conceito de força foram respectivamente: “*força relacionada à massa corporal*”, “*força relacionada à massa corporal e força como algo capaz de provocar movimento*”, “*força relacionada a movimento e força relaciona a impulso*”.

Os principais apontamentos feitos pelo autor foram de que para identificar o modelo mental prévio do estudante sobre um determinado assunto, o professor deve indagar o estudante sobre o que ele pensa sobre o assunto ou, ainda, solicitar ao estudante que faça um desenho sobre o tema. A partir dos Modelos Mentais prévios dos estudantes, o professor deve construir materiais e estratégias de ensino que promovam desequilíbrios cognitivos e, assim, gerem novas imagens mentais cada vez mais enriquecidas em termos de novos conhecimentos, ou seja, Modelos Mentais mais aprimorados.

2.3.6 Teses e Dissertações: Modelos Mentais

Mapa 16: Teses e Dissertações sobre Modelos Mentais

Título	Autor	Orientador	Instituição	Ano
Modelos Mentais e resolução de problemas em Física	Sayonara Salvador Cabral da Costa	Prof. Dr. Marco Antonio Moreira	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	2005

Modelos Mentais e representações analógicas de Alunos da Educação de Jovens e Adultos – EJA – no ensino de Ciências	Flávia Alves Ramalho	Prof. Dr. Ronaldo Luiz Nagem	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais	2009
---	----------------------	------------------------------	--	------

Fonte: Elaborado pela autora.

A) Modelos Mentais e resolução de problemas em Física

Essa tese de doutorado de autoria de Sayonara Salvador Cabral da Costa objetivava investigar como seria possível fazer com que os estudantes modelassem mentalmente os enunciados de problemas, tanto em termos de modelos conceituais como de Modelos Mentais, para que eles entendessem e resolvessem os problemas baseados em procedimentos analíticos e não apenas baseados na aplicação de uma fórmula para obtenção do resultado.

Para isso, a autora realizou cinco estudos empíricos com estudantes universitários dos cursos de Engenharia e Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, que cursavam a disciplina de mecânica geral. Os materiais coletados foram depoimentos verbais obtidos durante as aulas, resolução de problemas e de material escrito oriundo de testes e exames. Os cinco estudos empíricos foram publicados pela autora em forma de artigos:

(1) “*Modelagem mental em resolução de problemas: estudo preliminar*”. Nesse artigo a autora investigou como os estudantes abordavam problemas (modelagem mental) sobre movimento de um corpo rígido. (2) “*A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa*”. Nesse artigo a autora investigou como pequenas diferenças nos enunciados dos problemas podem acarretar em grandes dificuldades para os estudantes fazerem a modelagem mental do mesmo. (3) “*O papel da modelagem mental dos enunciados na resolução de problemas em física*”. Nesse artigo, a autora buscou identificar algumas características de dificuldades manifestadas pelos estudantes participantes no desenvolvimento de atividades de resolução de problemas. (4) “*Identificação de conhecimentos-em-ação no ensino de física*”. Nesse artigo a autora apresentou algumas tendências conceituais manifestadas pelos estudantes em situações de resolução de problemas envolvendo o movimento de corpos rígidos o que permitiu que fossem detectados alguns invariantes cognitivos. (5) “*Conhecimentos-em-ação: um exemplo com movimento de um corpo rígido*”. Nesse artigo a autora buscou identificar os conhecimentos-em-ação que seriam manifestados dos Modelos Mentais.

Os principais resultados obtidos a partir dos cinco estudos realizados pela autora indicaram que alguns procedimentos rotineiros adotados pelos estudantes para resolver problemas parecidos e a opção dos estudantes em tratar os problemas como quebra-cabeças, sem um raciocínio relacionado com uma representação interna, sugere a causa de muitos dos equívocos cometidos pelos estudantes no momento da resolução de um problema. Além disso, a autora concluiu que nos conhecimentos-em-ação que os estudantes usaram, foi possível identificar algumas características do desempenho desses estudantes que podem ajudar para que os professores entendam os processos que eles usam durante as atividades de resolução de problemas, com possíveis consequências para os procedimentos usados pelos professores.

*B) Modelos Mentais e representações analógicas de alunos da Educação de Jovens e Adultos
– EJA – no ensino de Ciências*

Essa dissertação de autoria de Flávia Alves Ramalho objetivava descobrir de que forma o ensino de Ciências por meio de atividades investigativas usando representações analógicas, por meio dos Modelos Mentais, pode contribuir para um processo de aprendizagem mais efetivo na Educação de Jovens e Adultos.

Para isso, a autora coletou dados empíricos durante as aulas de química com um grupo de estudantes voluntários, matriculados no primeiro ano Ensino Médio, modalidade EJA, de uma escola estadual de Belo Horizonte.

A primeira fase da pesquisa contou com a participação de onze estudantes voluntários durante cinco sábados consecutivos com duração de 4 horas aula. No primeiro sábado a pesquisadora aplicou um questionário para identificar o perfil dos estudantes e outro questionário (pré-teste) para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o conceito do modelo cinético molecular dos gases. No segundo encontro foram realizadas duas atividades empíricas para identificar o perfil conceitual dos estudantes através das representações gráficas e dois trabalhos escritos. No terceiro, a pesquisadora explicou, usando os desenhos feitos pelos estudantes, o conceito científico do modelo cinético molecular para o estado gasoso da matéria. No quarto e quinto encontros, a pesquisadora buscou identificar semelhanças e diferenças entre um jogo de bilhar e o modelo cinético molecular dos gases e realizou um pós-teste.

A segunda fase da pesquisa foi realizada com três turmas regulares de EJA durante as aulas de química e constou das mesmas atividades desenvolvidas na primeira fase da

pesquisa. Nas duas fases, os dados coletados consistiram das produções dos estudantes, dos questionários de pré-teste e de pós-teste e das anotações da pesquisadora.

Os principais resultados mostraram que os estudantes apresentaram concepções diferentes sobre o estado gasoso da matéria, além de dificuldades em expressar o movimento e a uniformidade do ar. A pesquisadora acredita que essas dificuldades podem ser devido às concepções existentes ou por dificuldades em traduzir a imagem mental em representação gráfica. Desse modo, conclui que as representações gráficas e modelos desenvolvidos pelos estudantes são ferramentas de grande utilidade para os professores, uma vez que o ensino pode ser construído com base nas diferenças e semelhanças entre os modelos apresentados tanto pelos estudantes quanto pelo professor.

2.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Este capítulo foi realizado em duas etapas, sendo elas teoria suporte e produções recentes, e teve como objetivo subsidiar a autora desta pesquisa na coleta e análise dos dados empíricos. Desse modo, este estudo auxiliou a autora desta pesquisa na identificação e compreensão de informações relevantes sobre as teorias de Modelagem Matemática na Educação, Alfabetização e Competência Científicas e Modelos Mentais.

O estudo realizado leva a autora desta pesquisa a destacar alguns aspectos relevantes de cada teoria e optar por uma definição guia.

(1º) Teoria-base para coleta dos dados empíricos:

- *Modelagem Matemática na Educação*: destaca-se a concepção de Biembengut (2014) que defende a Modelagem Matemática na Educação – Modelação. Adota-se essa concepção para esta pesquisa, pois:
 - Utiliza a essência do processo de Modelagem Matemática em Cursos regulares nos quais tem programa curricular a ser cumprido em horário e período estabelecidos.
 - Trata de um método de ensino com pesquisa.
 - Possibilita interação da Matemática com áreas das Ciências da Natureza.
 - Organiza-se seguindo as etapas do processo cognitivo: percepção, compreensão, e modelo mental.

(2º) Teoria-base para análise dos dados:

- *Alfabetização e Competência Científicas*: destaca-se a definição de Letramento Científico do PISA conforme INEP (2013b), embora nesta pesquisa se utilize o termo Alfabetização. Portanto, adota-se, para esta pesquisa, a definição de Letramento Científico do PISA, pois:
 - Indica capacidade de aplicar seus conhecimentos em situações cotidianas.
 - Considera a forma como os estudantes analisam, raciocinam e refletem sobre seus conhecimentos e como os aplicam em sua vida.
 - Define-se por um conjunto de três Competências: identificar questões científicas; explicar fenômenos cientificamente; utilizar evidências científicas.
 - Considera letrado cientificamente o estudante que entende a Ciência como uma forma de conhecimento e de investigação, percebe a influência da Ciência no dia

a dia das pessoas e interessa-se por situações científicas, tornando-se uma pessoa crítica e com capacidade para tomar decisões.

- *Modelos Mentais*: Destaca-se a definição de Modelos Mentais apresentada por Johnson-Laird (1983), sendo esses formados durante os estágios do processo cognitivo definidos por Biembengut (2002). Adota-se para esta pesquisa, a definição de Modelos Mentais de Johnson-Laird (1983), pois:
 - Define Modelos Mentais como representações internas que refletem a estrutura do que está sendo representado.
 - Considera que utiliza-se Modelos Mentais para raciocinar e esses são com blocos de construções cognitivos que podem ser combinados e recombinados.
 - Considera que todo conhecimento de uma pessoa vai depender da capacidade desta de construir Modelos Mentais.
 - Considera que os Modelos Mentais que uma pessoa possui capacitam ela a fazer predições e inferências, compreender fenômenos, tomar decisões e controlar a execução dessas decisões.
- (3º) Produções recentes: Destacam-se alguns aspectos relevantes sobre as produções referentes a cada uma das teorias:
 - *Modelagem Matemática na Educação*: a utilização da Modelagem Matemática em sala de aula tem sido apontada como promissora, pois:
 - Favorece aprendizagem dos estudantes de modo que tenham participação ativa e sejam responsáveis por sua aprendizagem.
 - Motiva e estimula os estudantes a estudarem sobre um assunto.
 - Possibilita um ensino mais contextualizado, estimulando os estudantes a serem críticos e reflexivos diante das situações.
 - Auxilia os estudantes na elaboração de estratégias.
 - Possibilita mais interação dialógica.
 - *Alfabetização e Competência Científicas*: destacam-se alguns aspectos relevantes:
 - A abordagem de temas contextualizados em sala de aula favorece discussões que levam em consideração a realidade dos estudantes.
 - A abordagem de propostas que levem em consideração os conteúdos relacionados com questões sociais, políticas e econômicas.
 - A problematização das propostas de ensino levam os estudantes a obterem conhecimento científico de maneira mais interessante.

- A abordagem, durante as aulas, de temas relacionados à realidade dos estudantes, direcionando para discussões que envolvam Ciência e Tecnologia, ainda tem sido difícil para alguns professores.
- *Modelos Mentais*: destacam-se alguns aspectos relevantes:
 - Possuir um modelo mental sobre algum assunto indica o conhecimento que se tem do assunto.
 - Aprender com base na memorização implica em não apresentar Modelos Mentais sobre o que foi estudado.
 - Resolver um problema, muitas vezes ocorre de maneira mecânica por parte dos estudantes, sem apresentar um modelo mental que indique a compreensão do conceito em estudo.
 - Abordar problemas, por parte dos estudantes, muitas vezes ocorre como a resolução de um quebra-cabeça, sem que empreguem raciocínio dedutivo e indutivo.
 - Avaliar de maneira tradicional nem sempre indica o real conhecimento que os estudantes possuem.
 - Considerar os Modelos Mentais construídos pelos estudantes contribui para os professores elaborarem estratégias de ensino.

Com base nas produções recentes descritas, remete-se ao objetivo desta pesquisa “*analisar as ideias de Matemática e Ciências de estudantes do Ensino Fundamental a partir de suas expressões oral e escrita, durante o processo de Modelação*”, e conclui-se que até o momento não há pesquisa semelhante a esta, o que permite concluir que esta é relevante suficiente para ocupar um ponto no mapa das produções que tratam deste tema.

Com base no que foi apontado sobre as teorias que sustentam esta pesquisa, observa-se que, para que a Alfabetização e Competência Científicas sejam promovidas, é importante que os estudantes participem de atividades que favoreçam a busca de dados e a formulação de hipóteses para obter uma solução, ou seja, atividades que estimulem a reflexão, a criatividade e o senso crítico dos estudantes, de modo que os mesmos apresentem Modelos Mentais que indiquem a compreensão do que está sendo estudado. Assim, faz-se necessária a elaboração de propostas pedagógicas que venham a contribuir para a Alfabetização e Competência Científicas dos estudantes. No capítulo III, *Mapa de Campo*, descrevem-se as práticas pedagógicas realizadas para obtenção dos dados empíricos desta pesquisa.

CAPÍTULO III – MAPA DE CAMPO

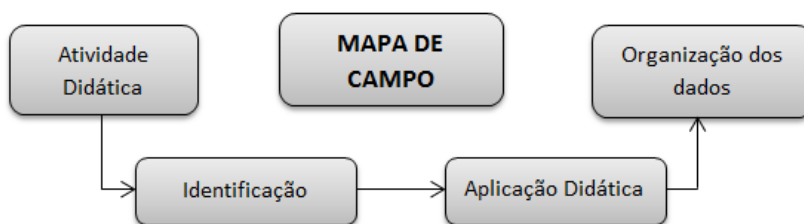
No presente capítulo apresenta-se o *Mapa de Campo* que “[...] conjuga levantamento, organização e classificação de um conjunto de dados, muitas vezes baseado em informações gerais advindas de pessoas ou dados abstratos extraídos de documentos que não retratam totalmente o fenômeno ou questão investigada”, segundo Biembengut (2008, p. 101).

Nesses termos, este Mapa traz um conjunto de dados empíricos obtidos da aplicação de uma Atividade Didática realizada com duas turmas de estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental de uma escola municipal de Canoas (RS). Para realizar a aplicação a autora desta pesquisa elaborou um material didático de apoio.

A aplicação da Atividade Didática, em um total de 42 horas-aula, de agosto a novembro de 2014, permitiu responder a questão de pesquisa, conforme já expresso no capítulo 1 – *Mapa de Identificação*: “Qual nível de Alfabetização e Competência Científicas as expressões dos estudantes alcançam?”.

A realização do *Mapa de Campo* ocorreu em quatro momentos: (1º) *Atividade Didática*; (2º) *Identificação*; (3º) *Aplicação da Atividade Didática*; (4º) *Organização dos Dados*, conforme Mapa 17.

Mapa 17: Mapa de Campo



Fonte: Elabora pela autora.

(1º) *Atividade Didática*:

Consistiu na elaboração da Atividade Didática de Modelação sobre o *tema leite*. A atividade foi elaborada pela autora desta pesquisa, seguindo as três etapas da Modelação definidas por Biembengut (2014), sendo denominada ‘*Conhecendo o universo do leite*’, conforme (Apêndice C). Escolheu-se tratar sobre o leite por ser um assunto divulgado nos noticiários devido às denúncias de adulteração no produto que compromete a qualidade do mesmo e por possibilitar a abordagem de conteúdos da disciplina de Ciências e Matemática. A autora também tinha familiaridade com o tema, pois sua família possui uma propriedade

rural com produção leiteira, localizada no interior do Rio Grande do Sul. Os dados para esse material obteve-se junto a EMBRAPA² – Gado de Leite, revistas e livros específicos da área, Revista Química Nova na Escola, Livros Didáticos de Ciências e Matemática, entre outros.

(2º) *Identificação:*

Identificou-se o grupo de estudantes colaboradores da pesquisa e, na sequência, fez-se uma reunião de sensibilização com eles e a direção da escola, com a intenção de obter as autorizações para participação na pesquisa. Participaram 59 estudantes, com idades entre 12 e 16 anos. Destaca-se que a escola está situada na região periférica de Canoas/RS, em um bairro de classe média e baixa, que possui cerca de 600 estudantes, distribuídos do 1º ao 9º anos do Ensino Fundamental. A escola não disponibiliza de laboratório específico, apenas o de informática que é um espaço utilizado para diversas atividades. Assim, a aplicação didática ocorreu na sala de aula e, quando possível, utilizou-se o laboratório de informática.

(3º) *Aplicação da Atividade Didática:*

A aplicação ocorreu segundo as três etapas da Modelação descritas por Biembengut (2014): *percepção e apreensão; compreensão e explicitação; significação e expressão*. Essas etapas não ocorrem disjuntas, isto é, ocorre um ir e vir entre elas, quando for necessário. Objetivava-se que ao final da aplicação da Atividade Didática os estudantes conseguissem fazer os modelos com base no que foi estudado anteriormente, de tal maneira que fosse possível analisar a Alfabetização e Competência Científicas desses estudantes. A aplicação didática teve duração de agosto a novembro de 2014, totalizando 42 horas/aula em cada turma, ocorrendo durante as aulas de Matemática, para as quais estavam previstos quatro períodos semanais. As datas e períodos por encontro estão descritas no apêndice E.

(4º) *Organização dos dados:*

Organizaram-se e classificaram-se os dados priorizando as expressões dos estudantes ao aprender Matemática e Ciências a partir do processo de Modelação, bem como as expressões que evidenciavam as competências para Alfabetização Científica estabelecidas pelo PISA. Destaca-se que as competências científicas são: *Identificar questões científicas; Explicar fenômenos cientificamente; Utilizar evidências científicas*, sendo estabelecidos seis níveis de proficiência em Ciências, conforme Mapa 9, no capítulo 2.

Apresenta-se a seguir, em 3.1 *Descrição da aplicação da Atividade Didática*, a descrição do desenvolvimento da aplicação da Atividade Didática e, em 3.2 *Síntese dos principais resultados – Considerações*, uma síntese dos principais resultados obtidos.

² EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

3.1 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DA ATIVIDADE DIDÁTICA

A Atividade Didática ocorreu em duas turmas de 7º ano do Ensino Fundamental durante os quatro períodos semanais de Matemática, com início em 19 de agosto de 2014 e término em 18 de novembro de 2014, totalizando 42 horas/aula. A turma denominada 7ºA era composta de 29 estudantes sendo 16 estudantes do sexo feminino e 13 do sexo masculino, e a turma denominada 7ºB era composta de 30 estudantes, sendo 14 estudantes do sexo feminino e 16 do sexo masculino.

Os dados empíricos foram obtidos por meio de observações feitas pela professora-pesquisadora registradas em forma de relatório e das atividades realizadas pelos estudantes na medida em que as aulas aconteciam. Como a aplicação ocorreu nos períodos regulares das aulas de Matemática, não foi possível registrar com fotografia todos os momentos, uma vez que era uma das primeiras experiências com Modelação da professora-autora desta pesquisa.

Os procedimentos adotados para aplicação das atividades foram os mesmos para as duas turmas e seguiram as etapas da Modelação estabelecidas por Biembengut (2014): *percepção e apreensão; compreensão e explicitação; significação e expressão*, descritas no *Mapa Teórico*.

Nesses termos, a descrição da aplicação da Atividade Didática realizada nas duas turmas, foi feita de forma conjunta, uma vez que as ocorrências foram semelhantes durante todo o desenvolvimento da aplicação. Assim, foram descritas as particularidades de cada turma, sendo denominadas de 7ºA e 7ºB em algumas poucas ocorrências, quando se mostraram distintas. Os estudantes serão citados por letras distribuídas em ordem alfabética conforme posição que ocupavam no caderno de chamada da turma e serão seguidos da letra A ou B quando pertencentes ao 7ºA ou 7ºB, respectivamente.

Segue a descrição e relato da aplicação da Atividade Didática ocorrida durante as três etapas da Modelação que não ocorrem disjuntas, mas sim interligadas entre si.

1ª ETAPA: PERCEPÇÃO E APREENSÃO

Esta primeira etapa teve como objetivo levar os estudantes a perceberem o *tema leite* e apreenderem o máximo de informações e dados sobre o assunto. Fez-se a apresentação do tema aos estudantes, de tal maneira que fosse possível observar os conhecimentos dos mesmos sobre o assunto e o interesse deles em participar das atividades. Assim, a professora-pesquisadora fez questionamentos que possibilitassem aos estudantes relatar o que sabiam

sobre o *tema leite*, se achavam relevante aprender mais sobre esse assunto e se estavam motivados a participar. Para isso, foram necessárias 4 horas/aula em cada turma para completar esta etapa da Modelação, as quais estão descritas a seguir.

1º e 2º encontros com cada turma

Inicialmente, fez-se algumas combinações com os estudantes sobre a participação deles nas atividades que seriam desenvolvidas durante as próximas aulas de Matemática. Combinou-se que nesse período não seriam realizadas provas, apenas trabalhos em sala de aula e, principalmente, a participação deles nas atividades seria considerada para fins de pontuação. A professora enfatizou aos estudantes que os conteúdos de Matemática previstos para o trimestre seriam contemplados com o desenvolvimento das atividades e que, além dos conteúdos de Matemática, também seriam abordados conteúdos de Ciências. Assim, ficou combinado que esse trabalho teria peso de 50 pontos. Solicitou-se, também, que os estudantes procurassem não faltar muito às aulas, pois a participação deles nas atividades era muito importante. Caso faltassem algumas aulas seguidas, o que ocorria com frequência, poderiam não entender a atividade seguinte, uma vez que essas estariam interligadas.

Em seguida, apresentou-se a Atividade Didática que seria desenvolvida com os estudantes. Para isso, a professora utilizou os slides que constam no apêndice C.

A expressão dos estudantes foi de estranheza, achando difícil estudar sobre leite nas aulas de Matemática. Desse modo, observou-se que não estavam identificando relação entre o *tema leite* e a Matemática. A maioria deles achou a proposta diferente e afirmou que não imaginava estudar esse tipo de assunto na escola, muito menos nas aulas de Matemática. Conforme estudante SA: “*Como assim, a gente vai estudar sobre o leite nas aulas de Matemática? Mas isso não é Ciências, professora?*”. E apenas o estudante FA afirmou que se poderia estudar ‘quantidades’ a partir do *tema* nas aulas de Matemática.

A professora fez diversas perguntas aos estudantes: o que eles conheciam sobre leite, desde a produção até o consumo; se conheciam a composição do alimento; se algum deles já havia visitado uma propriedade leiteira e visto como é o processo de produção de leite, etc. Das duas turmas, apenas sete estudantes já haviam visitado uma propriedade rural, porém não souberam descrever como é o processo. O estudante AB disse: “*Minha vó faz queijo. Eu sei que ela tira o leite, alguém leva e depois a gente compra no mercado. Mas como isso tudo é feito, eu não sei!*”.

A partir das manifestações dos estudantes, constatou-se que a maioria deles não fazia ideia do que é necessário para produção leiteira em uma propriedade rural e nem de como ocorre o processo de industrialização do leite. Além disso, sobre a composição do leite, a maioria afirmou que é composto apenas de água e, quando questionados sobre a presença de outros componentes, os estudantes citaram apenas a palavra ‘nutrientes’, sem saber especificar.

Nessa etapa, os estudantes assistiram uma reportagem sobre produção leiteira, gravada pelo Globo Repórter em parceria com a Embrapa que apresentava um panorama mundial da produção leiteira, aspectos históricos, composição, processo de produção e industrialização do leite. Ao assistirem a reportagem, os estudantes fizeram comentários referentes às informações apresentadas e que lhes chamou atenção, como, por exemplo: cuidado com os animais; equipamentos necessários para produção de leite; complexidade de uma propriedade rural; raças dos animais; cuidado no transporte do leite; processo de industrialização; custo de produção; composição e fraudes no leite; importância nutricional do leite e derivados.

Na sequência, apresentou-se a situação-problema aos estudantes: “*Qual a melhor opção de leite para quem deseja consumir menos gordura e mais proteína, considerando os diferentes tipos de leite disponíveis nos supermercados?*”. Explicou-se, ainda, que com as atividades sobre o tema leite seriam abordados os conteúdos de Matemática previstos no programa curricular (operações com números racionais, razão e proporção), além de conteúdos de Ciências (componentes do leite e valor nutricional desse alimento).

Sobre a situação-problema, quando questionados, os estudantes não manifestaram possibilidade de solução, nem resposta. Porém, demonstraram motivação e interesse em participar das atividades, pois dentre as duas turmas, apenas dois estudantes não gostaram da proposta e afirmaram preferência por aula normal.

Para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, fez-se um questionário inicial conforme Atividade Didática, abordando a situação-problema principal, as características físico-químicas do leite, entre outras questões que, após, foram respondidas e discutidas em aula. Destaca-se que para a situação-problema principal, dos 48 questionários, 11 estudantes não responderam, 9 responderam que não sabiam, 8 responderam que era o leite desnatado, 3 responderam semidesnatado, 2 responderam integral e os demais apresentaram respostas diversificadas, tais como: Estudante DB: “*Acho que é leite de vaca cru*”; Estudante MA: “*É só não botar muita gordura e nem muita proteína*”; Estudante FA: “*É o leite da vaca, lá tem pouca gordura e bastante proteínas. Os leites produzidos em fábrica tem gordura e*

pouca proteína como os tipos de leite UHT [...]”; Estudante MB: “O comum, direto da vaca porque não é mexido nem colocado outra coisa como gordura”.

Sobre as características físico-químicas do leite, foi necessário explicar o que significava esse termo, pois os estudantes demonstraram desconhecê-lo. Nessa questão, 13 não responderam, 4 não sabiam e as demais respostas foram incompletas, como, por exemplo: Estudante CB: “Cálcio, proteínas, sódio, vitaminas e às vezes álcool, água, soda, que não fazem bem”; Estudante BA: “Vitaminas, nutrientes e cálcio”; Estudante BB: “Água, lactose e açúcar”; Estudante RB: “Lactose, água, gordura, vitaminas e proteínas”. Destaca-se que os estudantes demonstraram saber apenas algumas informações vagas sobre o tema leite, sendo que as respostas apresentadas para as demais perguntas também apresentaram inconsistência.

Sobre o que os estudantes têm em mente quando se fala de leite, última pergunta do questionário, os mesmos responderam: Estudante IA: “Quando falam leite, penso uma vaca e uma pessoa tirando o leite”; Estudante GA: “Que o leite ele ajuda o funcionamento do corpo humano ele fortalece os ossos e no leite está presente as mais ricas proteínas e vitaminas”; Estudante PB: “Café da manhã”. Na figura 1, alguns dos desenhos feitos pelos estudantes para esse questionamento.

Figura 1: Desenhos feitos pelos estudantes.



Fonte: Elaborado pela autora.

Assim, a partir das expressões dos estudantes, orais e escritas, observou-se que as ideias que tinham sobre o leite eram baseadas em observações do dia a dia e em informações simples. Desse modo, a palavra ‘leite’ foi associada pelos estudantes com: animal (vaca), alimentação, saúde e embalagem.

Ainda para familiarização com o *tema*, os estudantes leram e discutiram um texto intitulado “*Leite: tomar ou não tomar?*”, de autoria de Jaqueline Sordi e Guilherme Justino, publicado no Jornal Zero Hora de Porto Alegre em 01/08/2014. Esse texto apresentava diversas informações, além de argumentos favoráveis e desfavoráveis ao consumo de leite. Em seguida, os estudantes foram até o laboratório de informática da escola para procurar informações sobre a produção e processamento de leite. Para isso, entregou-se uma ficha com sugestões de *sites* sobre o assunto, conforme atividade 1 da Atividade Didática.

Nessa atividade, observou-se que os estudantes ficaram surpresos com as informações que estavam encontrando, principalmente sobre o processo de produção de leite nas propriedades rurais. O estudante YB, ao assistir um vídeo sobre propriedades leiteiras, comentou: “*Professora, precisa de muita coisa para cuidar das vacas! Eles trabalham muito! Acordam 5 horas da manhã para tirar leite. Mas devem ganhar bastante dinheiro! Pena que precisa se sujar muito e algumas coisas devem ser meio nojentas de fazer...*”. Para o estudante JA, produzir leite “*é muita coisa! Dá muito trabalho produzir leite!*”, e o estudante HA complementou dizendo que “*dá trabalho sim, mas alguém precisa fazer! Do nada não ia sair o leite!*”. Observa-se nessas colocações feitas pelos estudantes, que eles estavam percebendo a complexidade que é uma propriedade leiteira, bem como a importância dessa propriedade para que as pessoas tenham à disposição leite para consumir.

As principais ocorrências citadas pelos estudantes foram: raças das vacas; tempo de lactação; produção média de leite por vaca; cuidados com higiene durante a ordenha; alimentação equilibrada das vacas; transporte adequado do leite; derivados do leite. Por sugestão de um estudante, após ele assistir um vídeo, combinou-se que em uma das próximas aulas seria feito um experimento sobre produção de plástico a partir do leite.

Nessa primeira etapa, observou-se que os estudantes estavam motivados e interessados em estudar sobre o *tema leite*, sendo que nestas 4 horas/aula não houve problema de indisciplina e nenhum estudante se recusou a participar das atividades. Desse modo, nessa etapa, os estudantes já dispunham de uma série de informações e dados sobre o *tema* de estudo.

2ª ETAPA: COMPREENSÃO E EXPLICITAÇÃO

Essa etapa teve como objetivo abordar a questão principal sobre o *tema leite*. Assim, considerou-se as questões elaboradas pela professora, bem como as questões elaboradas pelos

estudantes, possibilitando o desenvolvimento dos conteúdos necessários para obter o modelo que representasse a melhor opção de leite que tivesse menos gordura e mais proteína. Para isso, foram necessárias 25 horas/aula, nas quais foram desenvolvidos os conteúdos de Matemática: operações com números racionais, razão e proporção. Em Ciências, foram detalhados os componentes do leite e valor nutricional do mesmo, sendo esta a etapa mais demorada.

3º e 4º encontros com cada turma

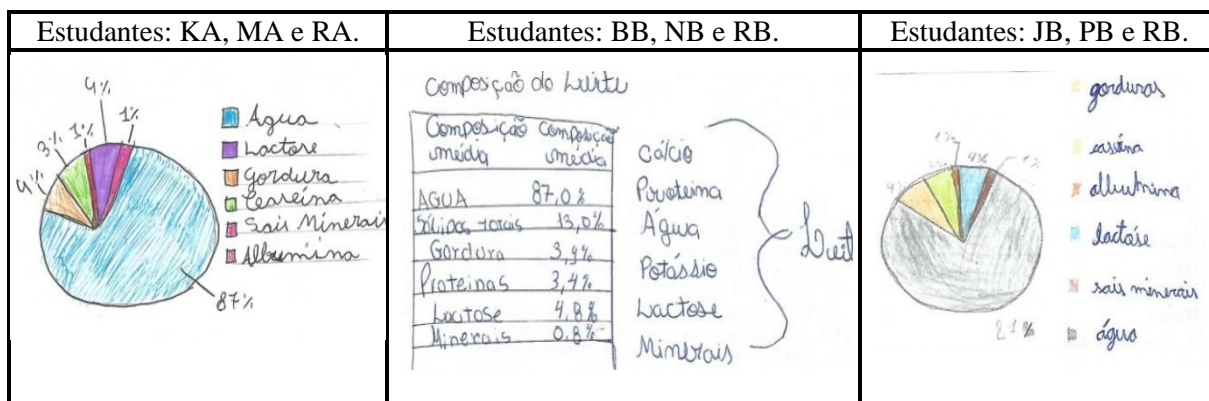
A questão principal foi retomada, indagando aos estudantes se saberiam resolvê-la matematicamente. Os que se manifestaram, disseram que não sabiam. Desse modo, a professora explicou que as próximas atividades seriam voltadas para obtenção de dados que possibilitassem resolver esse problema, além de desenvolver os conteúdos programáticos. Para isso, solicitou-se aos estudantes formarem grupos compostos de três ou quatro estudantes para trabalharem conjuntamente durante o período em que as atividades seriam realizadas.

Inicialmente desenvolveram-se as atividades 2 e 3 da Atividade Didática, nas quais os estudantes deveriam esboçar um esquema sobre a composição do leite e um quadro com os diferentes tipos desse alimento que são comercializados e suas principais características, respectivamente. Diante das dúvidas dos estudantes, foi necessário esclarecer o que era esquema e quadro. Assim, a professora apresentou exemplos de esquema de uma pirâmide alimentar, tabela de preços, quadro de horários de ônibus, esquema da disposição das classes na sala de aula, tabela nutricional, entre outros, que os próprios estudantes também citaram. Essas atividades foram desenvolvidas na biblioteca e no laboratório de informática da escola.

Durante o desenvolvimento das atividades observou-se que alguns estudantes estavam com dificuldade para compreender as informações apresentadas em função da linguagem técnica. Sobre a composição do leite, foi necessário esclarecer que extrato seco total do leite (EST) ou matéria seca do leite é todos os componentes do leite exceto a água, sendo os principais: lipídios (gordura), carboidratos, proteínas (caseína e albumina), sais minerais e vitaminas. Além disso, alguns estudantes demonstraram dificuldade para compreender os números apresentados na composição, sendo que a maioria era números decimais representando porcentagem ou massa (g). Assim, foi necessário intervir para explicar o necessário de porcentagem, números decimais e massa, para eles entenderem a composição

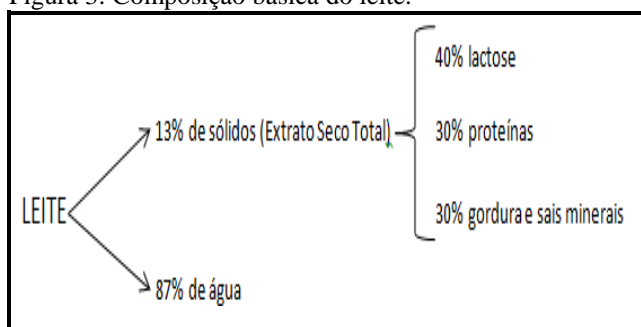
do leite e fizessem o esquema solicitado. Entre os esquemas feitos pelos estudantes, estão os ilustrados na figura 2.

Figura 2: Esquemas da composição do leite elaborados pelos estudantes.



Fonte: Imagens captadas durante as atividades.

Figura 3: Composição básica do leite.



Fonte: Elaborado pela autora.

A professora formalizou a composição do leite com os estudantes, fazendo um esquema no quadro negro, semelhante ao da figura 3.

Sobre esse esquema, foi necessário explicar que os 40% de lactose, 30% de proteínas e 30% de gordura e sais minerais, compõem os 13% de sólidos, pois os estudantes apresentaram dificuldade de entender isso, uma vez que alguns somaram todas as porcentagens.

Na realização dessas atividades, os estudantes mostraram interesse por outras questões relacionadas ao tema. Isso fica evidente na fala do estudante PB: “*Professora, olha só, aqui (indicando o site) está mostrando como o leite é tratado, mas eu não entendi o que é pasteurização*”. Alguns colegas tentaram formular uma explicação para a dúvida do colega, conforme fala do estudante RB: “*eu entendi que é para deixar o leite limpo*”, e do estudante DB: “*eu acho que é para matar as bactérias que tem no leite. Aí eles aquecem e depois esfriam bem ligeiro o leite. Eu entendi que fazendo assim mata um pouco das bactérias*”. Diante dessas falas, a professora abriu discussão para todo o grupo e esclareceu as dúvidas explicando o processo de pasteurização. Na turma 7^oA não surgiu por parte de nenhum estudante a pergunta sobre o que é pasteurização. Então a professora deu início à discussão.

Sobre a classificação dos tipos de leite, a maioria dos estudantes demonstrou dúvidas. Alguns responderam que o leite é classificado em tipo A, B ou C. Outros elencaram que os tipos de leite são: integral, desnatado e semidesnatado, e outros elencaram leite materno, leite de cabra, leite UHT, leite longa vida e leite em pó. Discutiu-se com os estudantes que o leite é classificado em A, B e C, sendo o leite do tipo A produzido por um único rebanho, pasteurizado e embalado na própria propriedade rural; o leite tipo B produzido por rebanhos diferentes, resfriado na propriedade rural e transportado para laticínios onde é processado; o leite tipo C produzido por diferentes rebanhos, porém não é resfriado na propriedade, apenas transportado para laticínios.

O que não havia ficado claro para os estudantes, e foi necessária explicação da professora, é que os tipos de leite industrializados e mais comercializados são classificados em leite integral, desnatado e semidesnatado que passam pelo processo de ultrapasteurização (UHT – *Ultra High Temperature*) isto é, processo de Temperatura Ultra Alta de pasteurização, semelhante à pasteurização, porém com maior variação de temperatura em menos tempo. Como os estudantes estavam um pouco confusos em relação às características de cada tipo de leite, a professora explicou que o leite integral contém maior teor de gordura (mais de 3%), o leite desnatado contém menor teor de gordura (menos de 0,5%) e o leite semidesnatado varia entre 0,6% até 2,9% de gordura. Após discussão sobre as características de cada tipo de leite, ficou estabelecido que para este trabalho, os tipos de leite que seriam utilizados seriam leite integral, leite semidesnatado e leite desnatado.

Nessas aulas também se discutiu sobre o valor nutricional do leite e a importância de cada componente do leite para a saúde das pessoas. Alguns estudantes lembraram o texto “*Leite: tomar ou não tomar?*”, que havia sido discutido em aulas anteriores. Para enriquecer a discussão, a professora entregou uma folha aos estudantes com informações nutricionais do leite, detalhando o que é cada componente e a importância de cada nutriente para a saúde. Sobre esse material, os estudantes mostraram-se surpresos, pois segundo a maioria deles, os mesmos não faziam ideia da importância das proteínas para a saúde das pessoas e nem de como ela está presente no corpo humano. O estudante MB disse: “*Então que dizer que no nosso cabelo tem proteína? E nas unhas também?*”. Logo o estudante PB complementou relacionando a fala do colega com situações do dia a dia, ao dizer: “*por isso que minha mãe vive dizendo para me alimentar bem?*”.

A partir dessa discussão, os estudantes elencaram alimentos que seriam importantes ingerir para uma alimentação saudável, questionando se seriam ou não fontes de proteína.

Além disso, os estudantes também apontaram as vitaminas e tentaram identificar outros alimentos que também são fontes dessas. Durante a discussão, os estudantes apontaram a palavra ‘lactose’ como nova para eles, sendo necessário explicar o que era. Quando a professora explicou que a lactose era o carboidrato do leite, sendo ela a responsável pelo gosto adocicado do produto, o estudante GB comentou: *“nossa, olha só... cada componente do leite tem uma característica. Um por ele ser doce e outro é responsável pela cor branca, e mais outras coisas...”*. A professora concluiu, esclarecendo que cada componente do leite era responsável por alguma característica dele e que isso acontecia com os demais alimentos também.

Nessa discussão os estudantes participaram de maneira ativa, contribuindo com conhecimentos básicos sobre alimentação. Destaca-se que o estudante MB comentou: *“Olha só profe, se a gente sabe o que tem em cada alimento, a gente tem como saber no que ele será importante para nossa saúde”*. Esse comentário foi muito interessante, pois indicou que esse estudante estava percebendo a importância de investigar questões relacionadas à alimentação para melhorar a vida das pessoas.

5º e 6º encontros com cada turma

Nessa semana retomou-se a questão guia *“Qual a melhor opção de leite para quem deseja consumir menos gordura e mais proteínas, considerando os diferentes tipos de leite comercializados?”*. Quando questionados sobre como resolver, nenhum estudante se manifestou. Assim, esclareceu-se aos estudantes que como eles já sabiam quais eram os diferentes tipos de leite comercializados, para resolver essa questão, seria necessário saber a quantidade de gordura e de proteína presente em cada tipo de leite.

Sobre a gordura presente no leite, o objetivo era que os estudantes conseguissem, pelo menos, visualizar a gordura do leite por meio de um experimento. Como a escola não possui laboratório específico, nem os materiais adequados e nem itens básicos de segurança, não foi possível fazer o experimento completo. Assim, a professora passou um vídeo mostrando como é feita a separação e determinação do teor de gordura do leite, intitulado *“Análise de Gordura pelo Método de Gerber para Leite”*.

Durante a visualização do vídeo, os estudantes demonstraram dúvidas devido à linguagem técnica utilizada, sendo necessário pausar o vídeo várias vezes para esclarecê-las. Nessa primeira aula que envolvia experimento, a professora observou que, embora os

estudantes se mostrassem curiosos e interessados nas atividades, foi perceptível um pouco de resistência por se tratar de um assunto novo com uma linguagem bem diferente da linguagem habitual deles. Muitos deles queriam saber se fariam algum experimento em aula, demonstrando desejo em ter uma aula prática. Conforme o estudante PB: *“Ai professora, seria tão legal se na escola tivesse um laboratório assim como no vídeo, cheio de vidros e coisas para fazer experimentos. Ia ser bem mais divertido...”*. Na oportunidade, o estudante MB indagou: *“por que na escola não tem laboratório de Ciências?”*, o que gerou uma discussão entre os estudantes sobre a ausência de laboratório de Ciências na escola.

O estudante FA perguntou por que era importante saber o teor de gordura do leite. A professora estendeu a questão para toda a turma e o estudante KA disse: *“Ué, não é com a gordura do leite que se faz o queijo? Pelo menos a minha vó disse uma vez que queijo era pura gordura”*. Complementou-se explicando que, realmente, no queijo tinha muita gordura, mas saber quanta gordura tinha no leite era uma questão de qualidade também, pois como haviam visto anteriormente, cada tipo de leite tinha um teor de gordura estabelecido. Assim, para o estudante MA: *“Claro profe, assim eu consigo saber qual o leite que tem mais ou menos gordura. Ai eu sei, por exemplo, com qual tipo de leite é mais vantajoso fazer o queijo. O que tem mais gordura, né?”*. Essa constatação foi interessante, uma vez que o estudante percebeu a importância de fazer análise do leite para, assim, decidir qual a melhor utilização do mesmo.

Para complementar, a professora levou material fotocopiado com a descrição do método *‘extração líquido-líquido da gordura do leite’*, conforme atividade 4 da Atividade Didática. Explicou-se que seria feito apenas parte desse experimento, devido à falta de material de laboratório como, por exemplo, a ampola de decantação e a *hotte*. Assim, o que se fez nesta aula foi adicionar dimetilbenzeno a uma amostra de leite, agitar bem e visualizar as duas fases da substância. Na figura 4, algumas fotos dos estudantes realizando o experimento.

Figura 4: Experimento para identificação da gordura do leite.



Fonte: Imagens capturadas durante as atividades.

Cada grupo de estudantes recebeu uma folha na qual deveria descrever os procedimentos realizados no experimento e descrever o que havia sido observado. Os estudantes KA, FA e TA escreveram como procedimentos: “Colocamos o leite dentro de um vidrinho, depois adicionamos o xilol”, e para as observações, escreveram que: “Assim, observamos que com o xilol o leite fica separado da gordura, a gordura fica em cima e o leite embaixo”. Os estudantes CA, QA, IA e GA escreveram que: “Nós misturamos o leite com solvente e agitamos” e para as observações, escreveram: “Que embaixo ficou tipo o leite e em cima uma espuma”. Os estudantes EA, UA e DA observaram que: “quando misturamos o solvente com o leite, o solvente grudou na gordura e separou a gordura do leite”.

As observações feitas pelos estudantes, apesar de um pouco confusas e simplórias, estavam corretas. O experimento mostrava que, quando a mistura era agitada, as moléculas de gordura dissolvidas no solvente ficavam evidenciadas na parte superior da mistura heterogênea. Embora fossem corretas as observações dos estudantes, destaca-se que foram baseadas apenas no que eles enxergavam durante o experimento. Vários estudantes deram sugestões do que seriam misturas homogêneas e misturas heterogêneas, relacionando principalmente com óleos bifásicos e trifásicos. Esse momento foi interessante, pois os estudantes tentavam constantemente identificar a presença de misturas homogêneas e heterogêneas no dia a dia deles, apontando sua utilidade.

No desenvolvimento da atividade foi possível observar que a maioria dos estudantes participou da realização dos experimentos, pois teve a oportunidade de manipular alguns materiais de laboratório e discutir com os colegas sobre as observações de cada um referentes aos experimentos. Outra observação importante é que os estudantes mostraram criticidade, pois questionavam se o experimento feito em aula estava de acordo com o material que lhes

foi entregue e se os resultados seriam coerentes, sendo necessário explicar novamente que o experimento não havia sido feito por completo, mas que a ideia era reconhecer a gordura presente no leite.

Para realização do experimento de reconhecimento da proteína do leite, a professora entregou aos estudantes, material adaptado de um experimento para identificação da proteína do leite publicado na seção ‘Experiências Lácteas’ da Revista Química Nova na Escola (1997). A professora levou o material necessário para realização do experimento, conforme atividade 5 da Atividade Didática. Foi enfatizado aos estudantes que o objetivo do experimento era observar e reconhecer a proteína do leite.

Inicialmente a professora aqueceu o leite (250 ml) até ficar morno e solicitou a um voluntário para auxiliar. O estudante ZB se prontificou a ajudar e, para isso, colocou luvas. O estudante CB mediu 10 ml de vinagre em uma seringa e adicionou-o ao leite morno que estava na panela. Após azedar o leite, o estudante CB despejou o leite em um pano fino para ser coado, conforme imagens captadas durante o experimento e ilustradas na figura 5.

Figura 5: Experimento sobre a proteína do leite.



Fonte: Imagens capturadas durante as atividades.

A primeira pergunta que surgiu foi do estudante PB, que questionou: “*Por que o leite ficou assim?*” (referindo-se ao leite coalhado). Assim, a professora aproveitou a pergunta para explicar a toda turma que o leite possui uma proteína chamada caseína que está espalhada homogeneamente no leite, sendo que o mesmo ficou azedo ou coalhado por causa da presença de acidez, ou seja, o vinagre (ácido acético) que foi adicionado, promovendo um processo de agrupamento das proteínas, formando os grumos.

As observações dos estudantes sobre o experimento foram as seguintes: Estudantes PB, RB e FB: “*Nós enxergamos os sólidos do leite e assim saiu uma massa branca que contém proteínas e tudo mais que tem no leite*”. Estudantes KA e FA: “*Assim, percebemos*

que o leite azeda e forma grumos, depois coamos o leite e separamos o líquido dos grumos. Esses grumos viram uma pasta branca que é a proteína do leite". Estudantes DA, EA, UA: *"Depois que botamos vinagre no leite, o leite azedou. Botamos num pano e coamos o soro que se dividiu das proteínas. Ficou só a massa do leite quando coamos e tudo aquilo era a proteína do leite"*. Percebe-se que os estudantes entenderam o processo de obtenção da proteína do leite conforme as descrições por eles apresentadas, pois mesmo que simploriamente, escreveram com suas palavras o que haviam entendido.

Muitos dos estudantes identificaram a massa branca formada do leite dizendo que lhes parecia familiar. Alguns estudantes provaram e logo reconheceram a semelhança com o queijo coalho. O estudante RB logo perguntou: *"profe, é assim que se faz queijo coalho?"*. A professora explicou que era mais ou menos assim, mas ao invés de usar vinagre, deixava-se o leite azedar por conta própria, ou com adição de coalho que não alterava o cheiro. Mas, no caso do experimento, utilizou-se vinagre para acelerar o processo e como não se tinha a pretensão de ingerir, não tinha problema com o cheiro.

Para finalizar essas atividades e obter os dados necessários para resolução da situação-problema, os estudantes dedicaram-se à elaboração de um quadro com os tipos de leite e o respectivo teor de gordura e proteína. Para isso, os estudantes utilizaram a internet, livros e cartilhas específicas sobre leite que a professora levou para aula. A professora apenas solicitou que os estudantes elaborassem o quadro representando as quantidades em gramas (g) para uma porção de 200 ml que é a quantidade que normalmente consta nas tabelas nutricionais. Os estudantes apresentaram algumas dificuldades, pois muitas vezes acabavam usando um valor apenas em porcentagem. Desse modo, foi necessária a ajuda da professora para obter os dados, uma vez que os estudantes estavam fazendo confusão, inclusive com outros tipos de leite, como de cabra e leite materno, por exemplo.

7º encontro com cada turma

Nessas aulas foram realizados, por solicitação dos estudantes, dois experimentos complementares. Trata-se de: Produção de plástico a partir da proteína do leite; Produção de cola a partir da proteína do leite. Para isso, os estudantes assistiram a vídeos de um *site* da internet denominado *"Manual do Mundo"* que apresenta uma série de experiências de biologia, física e química. Assim, os vídeos assistidos foram: *"Como fazer plástico de leite"* e *"Cola de leite"*, disponíveis em <http://www.manualdomundo.com.br>.

Na sequência, os estudantes organizaram a sala para fazerem os experimentos. Eles haviam se organizado para levar leite, vinagre e bicarbonato de sódio que eram os materiais necessários. A base para os dois experimentos consiste em separar a proteína do leite, assim como havia sido feito no experimento anterior cujo objetivo era identificar a proteína do leite. O plástico do leite é basicamente a proteína dele, sendo opcional a adição de formol para maior durabilidade do plástico. Assim, os estudantes adicionaram vinagre ao leite, coaram e reservaram a massa branca em uma vasilha, ou seja, a proteína do leite ou plástico do leite para ser modelado. Por opção, os estudantes não adicionaram formol e alguns deles moldaram alguns pequenos objetos, mas como a massa havia ficado um pouco seca, os objetos moldados se desintegram em seguida. Na figura 6, algumas imagens capturadas durante a atividade.

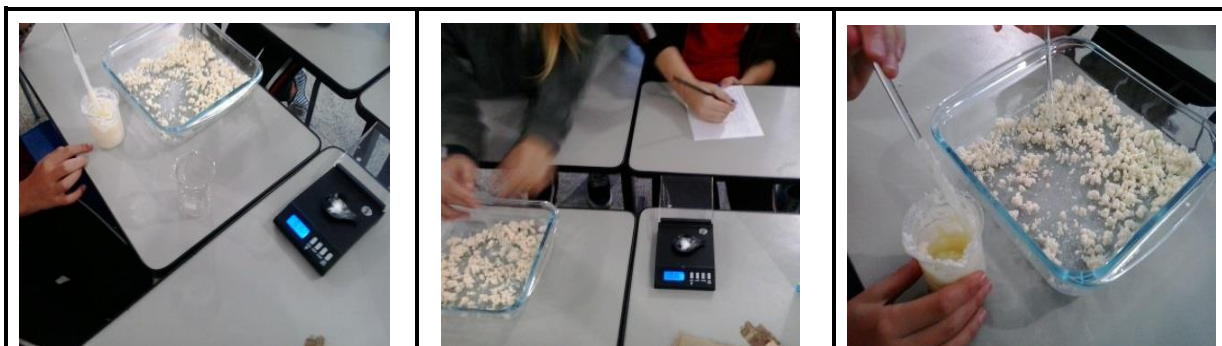
Figura 6: Produção de plástico de leite.



Fonte: Imagens capturadas durante as atividades.

Em seguida foi feita a cola do leite com parte da massa branca do experimento anterior que foi reservada na vasilha. Para produção da cola, os estudantes pesaram 100g de massa branca e adicionaram 30g de bicarbonato de sódio à mesma que, depois de misturada, ficou semelhante à cola branca, porém com cheiro de bicarbonato de sódio. Na figura 7, algumas imagens capturadas durante a realização do experimento.

Figura 7: Produção de cola de leite.





Fonte: Imagens capturadas durante as atividades.

Durante a realização do experimento sobre a cola do leite, a professora explicou aos estudantes qual a reação do bicarbonato que faz com que a massa branca fique com aspecto adesivo. Os estudantes acharam difícil e, segundo PB, RB e FB, “*a massa branca juntada com o bicarbonato vai dar uma espuma branca por causa do bicarbonato de sódio que com a proteína fica com aparência pegajosa*”, ou seja, a caseína (principal proteína do leite) quando adicionada de bicarbonato de sódio, forma o caseinato de sódio, que tem propriedades adesivas. Observou-se que os estudantes participaram das atividades e se divertiram, pois brincaram de fazer objetos e colar ‘coisas’. Alguns estudantes ousaram provar a massa branca e relataram que não era bom comê-la, pois embora não tivesse gosto, tinha cheiro muito forte de vinagre.

Essa atividade foi pertinente, uma vez que um grupo de estudantes comentou que era bom aprender a fazer algumas coisas diferentes, referindo-se à cola, pois em caso de emergência poderia ser a única opção. Desse modo, destaca-se que o grupo de estudantes estava percebendo que, por mais ‘estranho’ que fosse fazer cola a partir do leite, em algum momento poderia ser útil, dando significado e importância ao que estava sendo feito.

Alguns estudantes perguntaram para professora se seria possível fazer mais um experimento que eles haviam visto na internet e achado interessante. O referido experimento estava no *site* já citado “*Manual do Mundo*” e se chamava “*Leite psicodélico*”. Como a professora já conhecia o experimento, ela aceitou a ideia e combinou de fazê-lo na próxima aula, com a condição de que eles se organizassem para trazer os materiais.

8º encontro com cada turma

Conforme combinado anteriormente, nesta aula fez-se o experimento intitulado “*Leite psicodélico*” que consistia em pingar algumas gotas de cores diferentes de corante no leite depositado em uma vasilha e, aos poucos, mergulhar no leite um cotonete com detergente.

Inicialmente foi assistido ao vídeo que motivou a atividade e os estudantes. Ao fazerem o experimento, mostraram-se encantados com os resultados do mesmo, querendo todos interagir. Na figura 8, apresentam-se imagens capturadas durante a atividade.

Figura 8: Experimento leite psicodélico.



Fonte: Imagens capturadas durante as atividades

Enquanto os estudantes interagiam com o experimento, a professora solicitou que alguém da turma explicasse por que ocorria aquele efeito. O estudante DA disse: “*É por que o leite tem gordura?*”. Outro estudante, LA, complementou dizendo: “*É, eu vi que é porque o corante que tá no leite tá junto com a gordura do leite e daí a gordura e o detergente não podem ficar juntos. Aí eles se separaram...*”. Observa-se que os estudantes estavam tentando formular explicações para o fato do corante se afastar ao entrar em contato com o detergente. Isso ocorre devido à presença de água e gordura na composição do leite de maneira homogênea, fazendo com que o corante não se misturasse no leite devido à presença de gordura. Como o detergente tem a ação de quebrar essa tensão superficial (gordura), isso possibilita que o corante se dissolva no leite, ocorrendo o efeito de movimento.

Após esse último experimento, a professora retomou com os estudantes o problema inicial: “*Entre os diferentes tipos de leite comercializados nos supermercados, qual é a melhor opção de leite para quem deseja consumir menos gordura e mais proteína?*”, e solicitou que os estudantes se manifestassem sobre uma possível solução. Na turma 7^ªA, doze estudantes afirmaram que pensavam ser o leite integral a melhor opção, mas apenas dois estudantes justificaram dizendo que apenas achavam, mas não sabiam explicar. Ainda nessa turma, 7 estudantes afirmaram que era o leite desnatado, justificando que o leite desnatado continha menos gordura. Os demais estudantes dessa turma não se manifestaram.

Na turma 7ºB, quatro estudantes afirmaram que era o leite semidesnatado e não quiseram se manifestar para justificar essa resposta. Quinze estudantes afirmaram que era o leite desnatado e, quando questionados, o estudante PB afirmou com convicção: “*É óbvio professora, olha só... a proteína é igual e o que muda é a gordura e o que tem menos gordura é o leite desnatado...*”. O leite integral foi escolhido por três estudantes e, quando questionados, um deles respondeu que era o leite integral a melhor opção, pois ele tinha a composição integral.

A professora ressaltou que algumas das hipóteses apresentadas eram bem interessantes, mas seria melhor se o problema fosse resolvido matematicamente. Quando questionados sobre que tipo de cálculo fazer para resolver o problema, nenhum estudante se manifestou. A professora disse aos estudantes que calculando a razão entre a quantidade de proteína e o teor de gordura, eles obteriam o resultado. Esse conteúdo a professora ensinaria nas próximas aulas, após revisar números racionais.

9º encontro em cada turma

Para essas aulas a professora utilizou o material didático sobre números racionais, preparado por ela conforme Apêndice D. Inicialmente, a professora utilizou um texto intitulado “*Leite tem o menor custo entre as proteínas*”, adaptado do *site* Ciência do Leite para que os estudantes identificassem os números racionais contidos no texto. Na sequência, a professora apresentou outros exemplos da utilização de números racionais, bem como as atividades anteriores em que eles próprios já os haviam identificado. Passou-se, então, a revisar as quatro operações.

Nessas aulas foi possível observar que os estudantes ficaram mais reservados, não tão agitados e participativos quanto nas aulas anteriores em que eles fizeram experimentos e outras atividades. O estudante CB chegou a afirmar: “*Ah, estava demorando! Estava tão legal fazer coisas e agora é conteúdo de novo...*”. Sempre que possível a professora retomava o problema para que os estudantes não se desmotivassem e percebessem a importância e a necessidade de aprender aqueles conteúdos. Conforme afirma Biembengut (2014, p. 44), nesse momento “[...] é comum a motivação, e mesmo o interesse deles, desvanecer”.

10º encontro com cada turma

No dia 01/10 a professora não compareceu à escola, pois recebeu treinamento no Tribunal Regional Eleitoral para trabalhar nas eleições de 2014. No dia 03/10 a professora estava participando do 34º EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química. Assim, os estudantes das duas turmas ficaram com outra professora para fazer alguns exercícios envolvendo as quatro operações com números racionais.

11º, 12º e 13º encontros com cada turma

Inicialmente, a professora revisou os exercícios envolvendo as quatro operações com números racionais que não haviam sido concluídos pelos estudantes. Alguns deles estavam com dificuldade na divisão de números decimais. Assim, a professora resolveu passar mais alguns exercícios para ajudá-los individualmente.

Na sequência a professora iniciou o conteúdo de razão e proporção. Como primeira atividade a professora fez uma dinâmica para introduzir a ideia de razão que consistia em separar as meninas e os meninos da turma e observar qual era a razão entre o número de meninas e o número de meninos enquanto a professora explicava. Em seguida foi feita a mesma dinâmica, mas considerando a cor do cabelo dos estudantes. Na sequência a professora passou exemplos envolvendo leite e outras substâncias, solicitando que os estudantes obtivessem a razão.

O estudante PB disse: “*Ah, leite de novo... vai ser com isso que vamos resolver o tal problema?*”. A professora respondeu que sim e que, usando a ideia de razão, seria possível resolver o problema. Observa-se que esse estudante estava estabelecendo relação entre o conteúdo que estava sendo ensinado e o problema que eles deveriam resolver, conseguindo identificar uma estratégia para obter a solução. Passou-se, em seguida, alguns problemas simples envolvendo razão, os quais os estudantes não apresentaram dificuldade para resolver.

Na sequência, para dar conta do conteúdo que já estava atrasado, a professora passou a abordar a ideia de proporção com exemplos envolvendo o *tema leite* e, para isso, usou uma receita de bolo. Os estudantes demonstraram um pouco mais de dificuldade para compreender essa parte do conteúdo, sendo necessário utilizar mais exemplos e destinar mais tempo à explicação. Como os estudantes estavam apresentando dificuldade, a professora trabalhou com eles mais alguns problemas simples de proporção.

Para complementar, a professora entregou uma lista de exercícios, conforme consta na Atividade Didática, que envolvia números racionais, razão e proporção, relacionados à

temática em estudo para que pudessem aplicar os conteúdos que estavam sendo estudados. Além disso, haviam algumas perguntas direcionadas sobre a importância dos componentes do leite na alimentação das pessoas e sobre itens específicos da tabela nutricional.

Os estudantes demonstraram estranhar as perguntas que compunham a lista de exercícios. O estudante DA perguntou: *“Por que a senhora quer saber o que são calorias? O que isso tem a ver com a aula?”*. Diante do questionamento do estudante, a professora pediu que todos os estudantes parassem suas atividades para conversar um pouco.

A professora perguntou à turma por que era importante conhecer um pouco mais sobre nutrição. De imediato o estudante FA respondeu: *“Porque sim. É bom saber para escolher o que comemos e saber quanto de energia a gente precisa gastar”*. Assim, conversou-se sobre a importância de ter outras áreas do conhecimento presentes nas aulas de Matemática e de que eles não estavam perdendo tempo e, sim, tendo a oportunidade de estudar outros assuntos nas aulas de Matemática sem deixar de estudá-la.

14º encontro com cada turma

Inicialmente, a professora deixou quase todo o primeiro período para os estudantes conversarem sobre a lista de exercícios e terminarem o que não haviam concluído. Foi necessário ajudar vários estudantes que não estavam conseguindo identificar o tipo de cálculo que deveriam fazer para resolver os problemas.

A maioria dos estudantes expressou dúvidas sobre o processo de fermentação que era uma das perguntas incluídas na lista. O estudante PB afirmou: *“professora, eu vi que envolve bactérias, elas querem energia e aí usam o que tem no leite. Minha mãe disse que assim faz iogurte. É verdade?”*. Já o estudante MB disse: *“dá sim para fazer iogurte professora. Usam tipo assim, leite, aí coloca os bichinhos e aí aquilo tudo fermenta. Eu li na internet que esse bichinho, a bactéria, faz um ácido que dá o iogurte”*. Aproveitou-se a ocasião para esclarecer e discutir com os estudantes como ocorre o processo de fermentação.

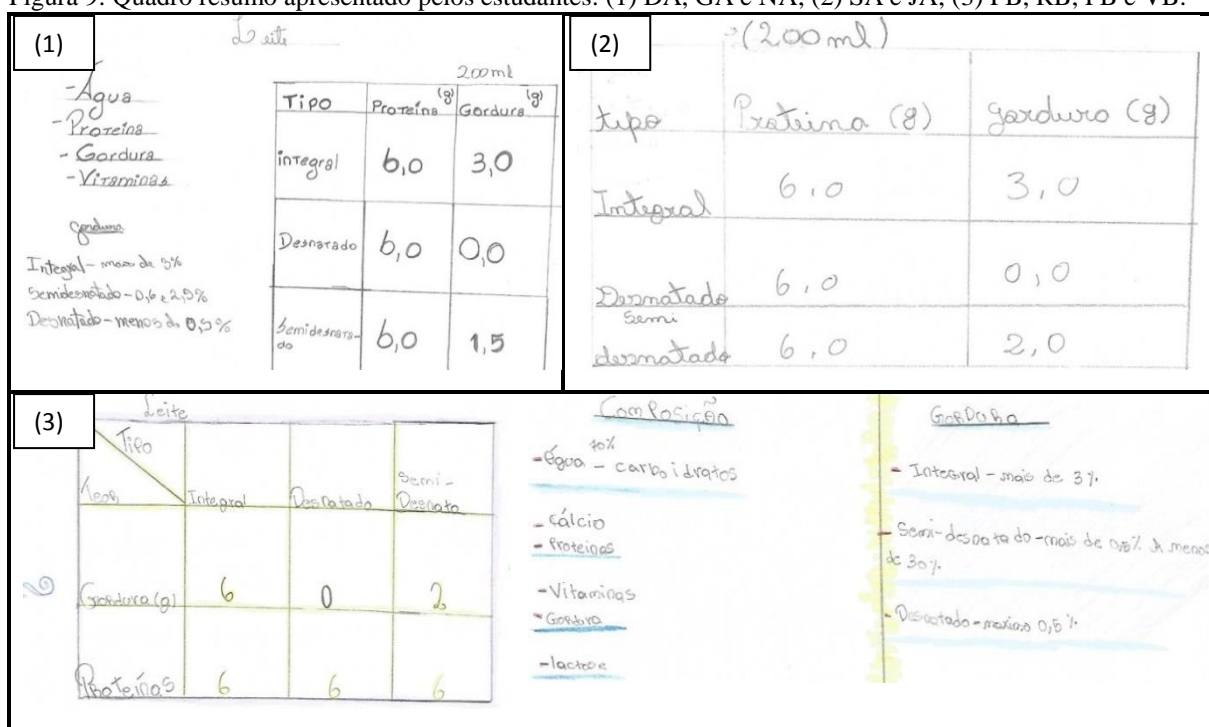
Observou-se que muitos dos estudantes compreenderam o que havia sido discutido, fazendo anotações em suas folhas. O estudante UB fez uma expressão de surpresa e disse: *“Legal profe, antes da gente tomar o iogurte tinha bactérias nele. Elas não fazem mal para gente?”*. Alguns estudantes deram risada e muitos falaram que não, caso contrário muitas pessoas passariam mal. Esclarecida essa questão, passou-se para correção dos exercícios.

A maioria dos estudantes relatou que achou estranho fazer uma lista de exercícios de Matemática na qual havia perguntas de Ciências, mas interessante por não ter apenas cálculos de Matemática. De modo geral, as respostas apresentadas pelos estudantes foram bem melhores se comparadas com as ideias que tinham no início da proposta. Muitos deles fizeram observações relacionando com situações do seu dia a dia e com o que havia sido trabalhado nas aulas anteriores em relação aos experimentos e informações que eles haviam obtido.

15º encontro com cada turma

O problema inicial foi retomado e, para resolvê-lo, a professora lembrou a composição do leite e principalmente o teor de gordura e a quantidade de proteína presentes em cada tipo de leite, discutindo com a turma os dados que haviam coletado. Para auxiliar na resolução, os estudantes fizeram um quadro resumo com esses dados. Os estudantes DA, GA e NA, SA e JA, e PB, RB, FB e VB expressaram os dados conforme figura 9:

Figura 9: Quadro resumo apresentado pelos estudantes: (1) DA, GA e NA; (2) SA e JA; (3) PB, RB, FB e VB.



Fonte: Imagens captadas durante as atividades.

Observa-se que os grupos apresentaram dados distintos para o leite tipo semidesnatado, isso aconteceu devido à marca de leite que cada grupo analisou.

A professora perguntou aos estudantes de que maneira eles abordariam o problema para solucioná-lo, fazendo uso dos dados que haviam expressado no quadro e conteúdo que havia sido estudado nas aulas anteriores. A maioria dos estudantes da turma 7^oB não se manifestou, parecendo não ter ideia de como resolver. Apenas o Estudante PB afirmou com um pouco de incerteza: *“professora, se eu dividir um pelo outro... vai dar o quê?”*, e o estudante RB disse: *“vai dar alguma coisa, acho que a resposta!”*. Já o estudante LB, retrucou, dizendo: *“Vai dar o resultado da divisão, mas só precisa saber que número vai dividir por qual!”*.

Na turma 7^oA, apenas o estudante SA se manifestou dizendo: *“não dá para comparar, sora?”*. A resposta desse estudante foi bem interessante, pois se eles apenas comparassem os valores apresentados no quadro, já conseguiriam responder, uma vez que a quantidade de proteína era a mesma para os três tipos de leite. A professora questionou quais os valores que deveriam ser comparados. A maioria dos estudantes não respondeu, apenas alegou que não sabia. Já o estudante que sugeriu a comparação, afirmou que deveria olhar qual dos três tipos de leite tinha menos gordura. Porém, o estudante não comentou nada sobre a quantidade de proteína ser a mesma para os três tipos de leite. A professora comentou que o raciocínio do estudante SA estava correto e que o problema também poderia ser resolvido fazendo uso do conteúdo estudado nas últimas aulas, mais especificamente o conteúdo de razão.

A professora explicou aos estudantes que, para obterem a solução do problema, poderiam calcular a razão entre proteína e gordura, discutindo de que maneira poderiam resolvê-lo e orientando-os para a resolução. Como o tipo de leite desnatado apresentava valor nulo para o teor de gordura, a professora orientou os estudantes para que substituíssem por um valor bem pequeno, próximo de zero, para efetuar a divisão, pois divisão por zero se tratava de uma divisão indefinida, que não é possível. Para isso, utilizaram-se exemplos ilustrando a impossibilidade da divisão, a qual os estudantes demonstraram compreender. Na figura 10, algumas resoluções apresentadas pelos estudantes.

Figura 10: Resolução apresentada pelos estudantes: (1) DA, NA e GA; (2) PB, RB, FB e VB (3) SA e JA.

<p>(1)</p> <p><u>Proteína</u> Gordura</p> <p>Razão</p> <p>Integral $\rightarrow \frac{6,0}{3,0} = \frac{2,0}{1,0} = 2,0 (g) //$</p> <p>Semidesnatado $\rightarrow \frac{4,0}{1,0} = 4,0 (g) //$</p> <p>Desnatado $\rightarrow \frac{6,0}{0,1} = 60 (g) //$</p> <p>$\Rightarrow 0,001$ $\Rightarrow 0,001$ $\Rightarrow 0,01$ $\Rightarrow 0,1$</p> <p>Fez gar nº bem pequeno</p> <p>$\frac{6,0}{0,01} = 600 (g) //$ $\frac{6,0}{0,01}$</p> <p>aumenta.</p>	<p>(2)</p> <p><u>Proteína</u> Gordura</p> <p>- Integral $\rightarrow \frac{6}{6} = 1$</p> <p>- Desnatado $\rightarrow \frac{6}{0,1} = 60$ (Fez gar nº muito pequeno (0,1) $\rightarrow \frac{6}{0,1} = 60$)</p> <p>- Semidesnatado $\rightarrow \frac{6}{2} = 3$ ($\frac{6}{0,01} = 600$)</p> <p><u>Conclusão:</u> ↓</p> <p>- Conclui que, para quem quiser consumir mais proteínas e menos gorduras, o melhor tipo de leite é o Desnatado.</p>
<p>(3)</p> <p>Gordura (g)</p> <p>Integral = mais de 5% Semidesnatado = 0,6 e 2,9% Desnatado = menos de 0,5%</p> <p>RAZÃO</p> <p><u>PROTEÍNA</u> GORDURA</p> <p>Integral = $\frac{6,0}{3,0} = \frac{2,0}{1,0} = 2,0 (g) //$</p> <p>Semidesnatado = $\frac{4,0}{1,0} = 4,0 (g) //$</p> <p>Desnatado = $\frac{6,0}{0,1} = 60 (g) //$ $\Rightarrow 600 (g) //$ $\Rightarrow 0,0001$ vai aumentar...</p> <p>Conclusão que a melhor opção para quem quer consumir mais proteína e menos gordura é o leite Desnatado.</p>	

Fonte: Imagens captadas durante as atividades.

Destaca-se que os estudantes, de modo geral, demonstraram compreender o processo envolvido na obtenção do modelo e resolução da situação-problema em termos do modelo obtido. Além disso, alguns poucos estudantes, por meio de suas falas, explicaram para a professora a resolução feita, querendo confirmar se o resultado obtido estava correto.

3ª ETAPA: SIGNIFICAÇÃO E EXPRESSÃO

Essa etapa teve como objetivo promover aos estudantes melhor compreensão dos resultados que eles obtiveram. Buscou-se fazer a interpretação da solução e avaliar se o resultado era válido ou não. Para isso, foi necessária 1 hora/aula. A terceira etapa, *significação e expressão*, em relação às questões guia, ocorreu no final do 15º encontro.

Na sequência, propôs-se aos estudantes criar algo relacionado ao leite, o que implicou em um novo processo de Modelação, partindo da segunda etapa, uma vez que os estudantes já

estavam familiarizados com o *tema*. Para isso, foram necessárias 12 horas/aula em cada turma.

15º encontro em cada turma

Nessa terceira etapa, retomou-se o problema inicial e solicitou-se que os estudantes se manifestassem sobre a conclusão para o problema. O estudante PB disse: *“há sora, entendi. Olha só, se eu tenho 6 de proteína e 6 de gordura é como se tivesse 1 para 1. Aí como no desnatado não tem nada de gordura, eu tenho 6 de proteína e nada de gordura. Que nem no semidesnatado, tenho 6 de proteína e 2 de gordura. Hummm, é o desnatado mesmo”*.

Para os estudantes LB e UB: *“chegamos à conclusão que a melhor opção de leite que contém menos gordura e mais proteínas é o leite desnatado, pois entre todos os tipos de leite ele tem menos gordura e proteína igualada a todos os outros”*. Esse grupo foi o único grupo na turma 7ºB que destacou que a quantidade de proteína era igual em todos os tipos de leite, sendo necessário apenas observar o teor de gordura. Os demais grupos não manifestaram essa mesma observação, mas pareceram concordar com o grupo que se manifestou. Na turma 7ºA, apenas o estudante SA manifestou esse mesmo raciocínio de comparação, sendo que os demais concluíram, a partir dos cálculos feitos, que a melhor opção era a do leite desnatado.

Para encerrar essa etapa, os estudantes verificaram se suas respostas estavam de acordo. Alguns grupos não haviam encontrado o mesmo resultado numérico, pois tinham dados que variavam em função da marca de leite da qual haviam obtido os dados, mas a solução estava correta, o leite desnatado. Para encerrar, a professora perguntou aos estudantes se todos estavam convencidos de que o resultado obtido estava correto. Todos se manifestaram positivamente, inclusive fazendo brincadeiras afirmando que só comprariam mais leite do tipo desnatado, pois era o que continha menos gordura.

Na sequência, a professora propôs que cada grupo criasse algo relacionado ao *tema leite* para apresentar aos colegas. Poderia ser uma embalagem, uma receita, ou outra coisa, desde que tivesse relação com o *tema* e levasse em consideração o que havia sido estudado até o momento. Cada grupo ficou encarregado de apresentar sua ideia de criação na próxima aula.

2ª ETAPA: COMPREENSÃO E EXPLICITAÇÃO

Nessa segunda etapa procedeu-se a obtenção dos modelos conforme a opção de cada grupo. Assim, foram levadas em consideração as questões feitas pelos estudantes de tal maneira que permitisse a explicação do conteúdo necessário para a obtenção do modelo. Para essa etapa foram necessárias 10 horas/aula em cada turma.

16º encontro com cada turma

Nessa aula os estudantes foram orientados a criar algo em relação ao *tema leite*. De acordo com a vontade dos estudantes, a maioria dos grupos optou em fazer uma embalagem para o produto. Um grupo optou por fazer uma receita, um grupo decidiu focar em tecnologia para controle de fraudes no leite e outro grupo decidiu fazer um painel de informação sobre a composição do leite. De acordo com o que cada grupo faria, a professora encarregou-se de providenciar material complementar para auxiliá-los na elaboração do modelo.

A professora solicitou que cada grupo pensasse no que seria importante constar na sua criação. Todos os grupos se manifestaram fazendo observações de itens que eles julgavam pertinentes aos seus trabalhos. O estudante LB, cujo grupo criaria uma embalagem, disse: *“Professora, nós vamos fazer uma embalagem. Então acho que deve ter as informações nutricionais que a gente estudou, o tipo de leite e onde foi produzido”*. Já outro grupo afirmou que a embalagem deles deveria ser atraente para que as pessoas achassem bonita e comprassem muito. Assim, para os grupos que decidiram fazer a embalagem, a professora orientou que deveriam fazer o desenho da planificação da embalagem, apresentando o *layout* e as dimensões da mesma, pois esse seria o modelo de suas embalagens.

Outra colocação interessante partiu do grupo que decidiu elaborar um ‘aplicativo’ para controlar fraudes no leite. Os estudantes justificaram a importância do trabalho, comentando que, com a ascensão da tecnologia, era mais fácil monitorar o que acontece no trajeto em que o leite é levado da propriedade rural até a laticínios. Observa-se que os estudantes estavam tentando fazer uso da tecnologia para obter soluções para determinados problemas. Assim, solicitou-se que, inicialmente, destacassem quais seriam as funções principais do aplicativo, ou seja, o que o aplicativo controlaria.

O grupo que optou em fazer o painel de informações nutricionais destacou que o trabalho seria importante, pois reuniria as informações nutricionais do produto para deixá-las expostas para que todas as pessoas vissem e soubessem o que tinha no alimento que estavam

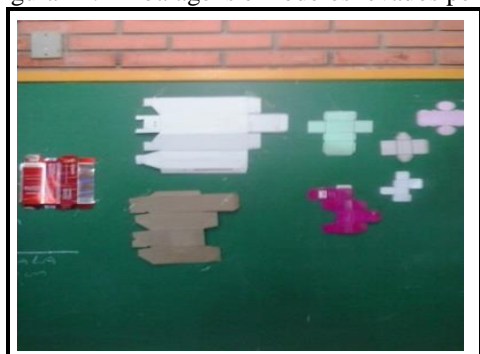
consumindo. Complementaram, ainda, afirmando que precisariam para isso, apresentar as informações nutricionais com clareza para que todas as pessoas conseguissem entender.

A professora orientou que os estudantes fossem criativos e ousassem fazer coisas diferentes. Enfatizou para que não ficassem limitados a produzir materiais semelhantes aos já conhecidos. Alguns estudantes manifestaram suas dúvidas, entre os quais os estudantes LB e UB, que perguntaram: “*professora, podemos fazer mais ou menos o que a gente quer? Se eu quiser fazer algo meio diferente a gente pode? Se eu fizer uma embalagem, ela não precisa ser no mesmo formato que as embalagens que a gente compra no supermercado?*”. Os estudantes SA e TA perguntaram: “*professora, quando eu fizer o desenho da caixa eu preciso desenhar exatamente o que ela vai ter depois de pronta?*”. A professora respondeu que sim, que o modelo e a embalagem final deveriam ser semelhantes e que a ideia era inovar, pensar em coisas diferentes, que talvez nem existissem, mas que pudessem ser úteis.

17º e 18º encontros com cada turma

Para os grupos que haviam decidido criar uma embalagem para o leite, a professora levou algumas embalagens para serem visualizadas pelos estudantes e disse que essas embalagens, na Matemática, eram chamadas de sólidos geométricos. Desse modo, iniciou-se uma discussão sobre as semelhanças entre os sólidos geométricos e as embalagens de leite. Os estudantes sabiam apenas reconhecer o cubo, pois disseram que era igual a um ‘dado’. Muitos estudantes confundiam com a denominação de figuras planas, dizendo que era quadrado, triângulo e círculo. Assim, foi necessária a explicação da professora sobre a diferença entre essas figuras e quais sólidos geométricos eram as demais embalagens. Na sequência, a professora, juntamente com os estudantes, abriu cada uma das embalagens, conforme figura 11, discutindo e explicando o que era planificação de um sólido geométrico.

Figura 11: Embalagens e modelos levados pela professora.



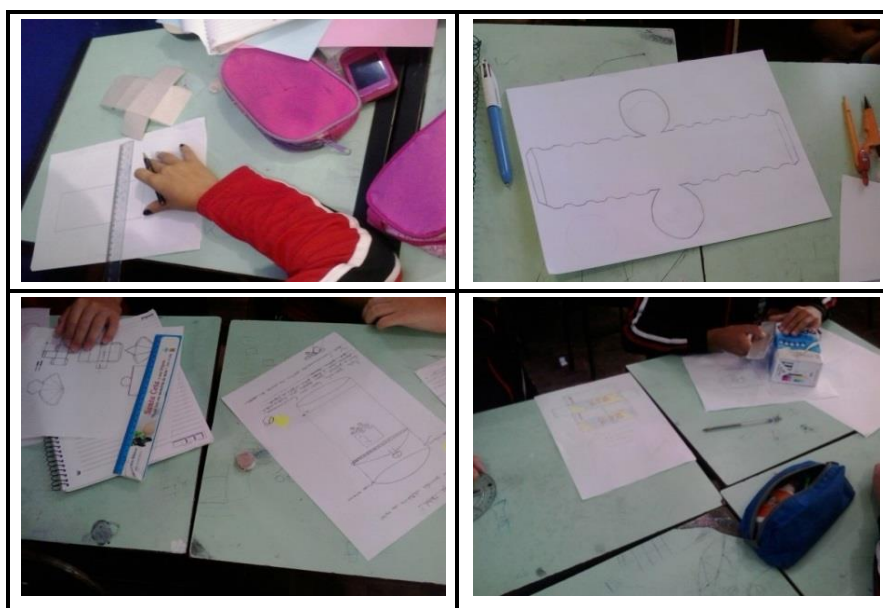
Fonte: Imagens captadas durante as atividades.

Para criar suas embalagens, as formas geométricas escolhidas pelos grupos foram cilindro e prisma de base retangular. Assim, a professora disponibilizou modelos de sólidos geométricos planificados para que eles pudessem manusear e analisar melhor.

Inicialmente, a professora deixou livre para que eles tentassem fazer a planificação por conta própria. Observou-se que eles começaram a fazer o desenho sem a utilização de régua e sem se preocupar com as dimensões da embalagem. Com isso, a professora teve a oportunidade de explicar noções básicas de geometria como ponto, reta, segmento de reta, retas paralelas e retas perpendiculares, fazendo como exemplo a planificação dos dois sólidos geométricos. A maior dificuldade foi para entender a planificação do cilindro, além de estranharem o símbolo π , que poucos estudantes conheciam e não tinham clareza do valor.

Os estudantes mostraram-se um pouco inseguros, pois frequentemente solicitavam ajuda, afirmando que estava difícil fazer os desenhos, além de muitos detalhes para cuidar. Em uma primeira tentativa, um estudante, ao tentar fazer o modelo de cilindro, fez a circunferência bem maior do que o retângulo, ficando um modelo desproporcional. Assim, a professora ajudou o estudante, explicando novamente a ele e aos demais integrantes do grupo que o comprimento do retângulo deveria ser igual ao perímetro da circunferência. Nesse momento os estudantes tiveram que retomar o conteúdo anterior que foi *operações com números racionais*, pois estavam com dificuldade nos cálculos. Na figura 12, apresentam-se algumas imagens dos estudantes fazendo seus modelos.

Figura 12: Estudantes desenhando seus modelos de embalagens.



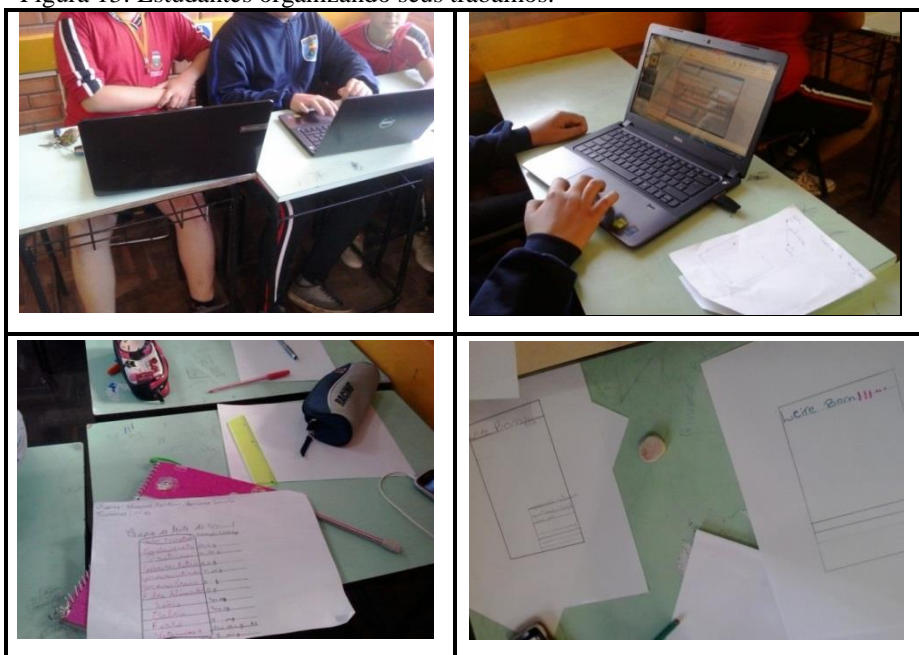
Fonte: Imagens captadas durante as atividades.

Muitos estudantes perguntavam se poderiam fazer os modelos de uma determinada maneira, parecendo que estavam esperando uma ordem da professora de como deveria ser a embalagem, sem demonstrar confiança de que poderiam usar sua criatividade. Possivelmente isso ocorreu em função deles estarem acostumados a apenas seguirem orientações dos professores, não tendo a chance de manifestar suas vontades e sua criatividade.

Para o grupo que decidiu fazer sobre fraudes no leite, com foco em tecnologias para fiscalização do leite, a professora levou *notebook* para sala de aula para que pudesse fazer buscas na internet. Como não seria possível a criação de um aplicativo, a professora sugeriu que eles montassem um *PowerPoint* com as ideias principais. Conforme o grupo, eles gostariam de controlar, com o aplicativo, a rota do caminhão leiteiro, a temperatura do leite durante o percurso e a abertura do tanque até chegar a laticínios. Sugeriu-se, então, que procurassem por Teoria de Grafos, sendo que a professora explicou as noções básicas, com exemplos da utilização da teoria no meio tecnológico. Observou-se que o grupo ficou com receio em relação ao conteúdo, pois era algo novo para eles.

O grupo que decidiu fazer o painel de informações havia pensado em fazer um copo ilustrativo, no qual constassem as informações nutricionais do tipo de leite em questão, além de dicas de consumo. Assim, o grupo iniciou seu trabalho selecionando as informações que deveriam constar no painel e fazendo um esquema de como ele seria. Na figura 13, imagens dos grupos que fizeram sobre fraudes no leite e o grupo que fez o painel informativo.

Figura 13: Estudantes organizando seus trabalhos.



Fonte: Imagens captadas durante as atividades.

Nessas aulas a professora teve que dar conta de atender todos os grupos, considerando os trabalhos diversificados que estavam sendo realizados. Assim, a professora não pôde exigir tanto de cada trabalho, porém insistia para que os estudantes seguissem as orientações, fossem criativos e caprichassem nas suas produções. Por outro lado, essa estratégia foi interessante, uma vez que os estudantes tiveram que aguardar sua vez para serem atendidos e tiveram autonomia para gerenciar seus trabalhos. Destaca-se que os estudantes também estavam motivados nessa etapa, pois cada grupo estava criando algo que havia sido escolhido por eles, entre as sugestões que a professora havia dado.

19º e 20º encontros com cada turma

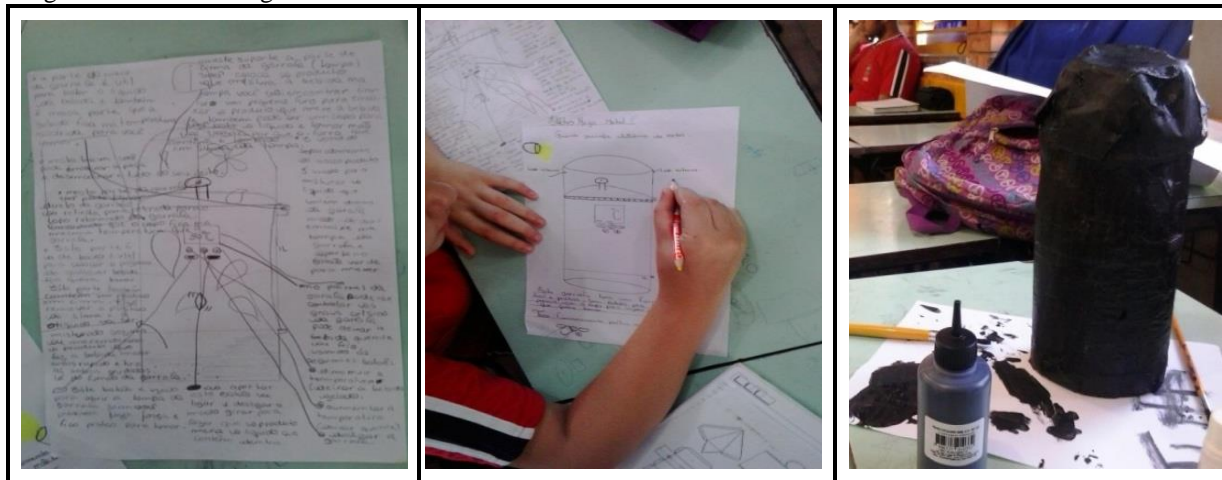
Nessa semana foi dada sequência aos trabalhos dos estudantes, sendo possível observar os avanços. Um dos grupos, que queria fazer uma embalagem de leite, decidiu fazer um modelo de uma garrafa tecnológica com diversas funções, entre elas, controlar a temperatura do leite, agitação automática do produto, encaixe para adição de pó com sabor, entre outras.

A professora perguntou a esse grupo por que decidiram fazer uma garrafa tecnológica ao invés de uma embalagem normal. Conforme o estudante LB, foi *“porque praticamente todas que tem no mercado são iguais, tem o mesmo formato, só muda um pouco o tamanho”*. Quando questionados sobre os botões que apareciam no desenho e sua utilidade, o estudante LB respondeu que: *“vão servir para diversas coisas. Pensei em fazer uma garrafa que fosse diferente no formato e na função dela. Tipo assim, uma garrafa que dá para trocar no mercado e aí não precisa jogar a embalagem fora. Legal seria se tivesse alguma coisa no mercado que desse para ir lá e só encher”*.

A ideia desse grupo foi muito interessante, uma vez que estavam pensando em inovações para algo que, inicialmente, seria simples como fazer uma embalagem. Diante disso, questionou-se de onde tinham extraído essa ideia e, conforme os estudantes, eles inventaram tal garrafa. Outra função interessante da garrafa foi expressa na fala do estudante UB: *“Ah, sora, vai ter também uns fios numa camada dentro, interna da garrafa, que esquentam o leite e resfriam o leite. Assim sora, quando eu quiser tomar leite quente eu aperto aqui. Quando eu quiser frio, eu aperto aqui. Aí nesse visor aqui ele mostra a temperatura”*. Questionou-se sobre como essa garrafa seria alimentada em termos de energia

para aquecer ou esfriar o leite. Sobre isso, os estudantes afirmaram que não haviam pensado, mas disponibilizaram-se para fazer isso. A seguir, imagens do trabalho desse grupo.

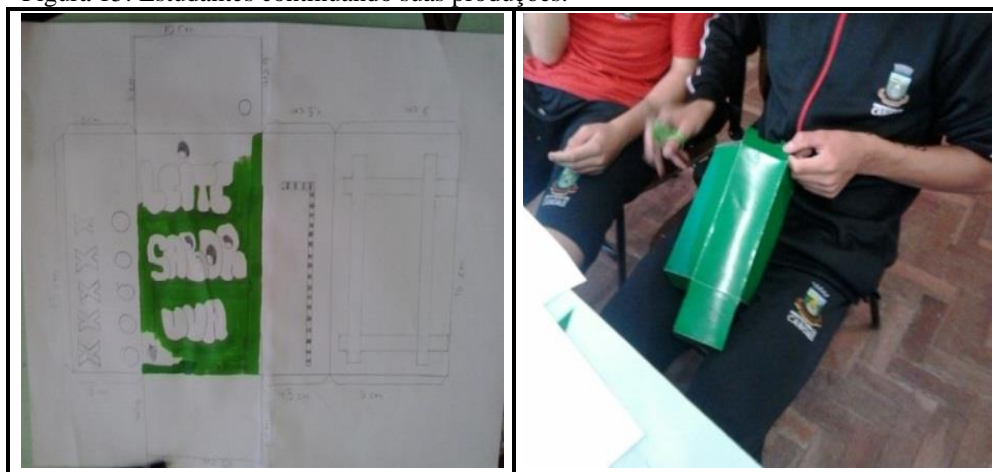
Figura 14: Modelo de garrafa.

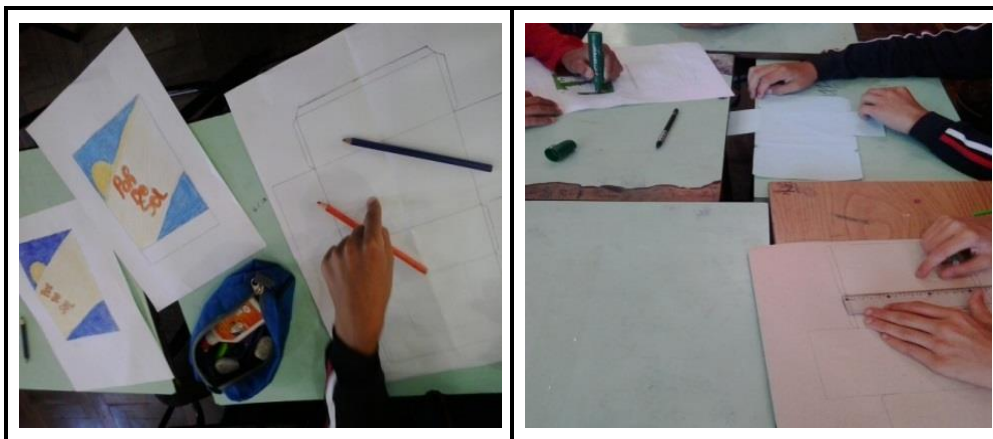


Fonte: Imagens captadas durante as atividades.

Os demais grupos continuaram produzindo seus modelos de embalagens e, alguns, já produzindo suas embalagens em cartolina. Alguns estudantes apresentaram um pouco de dificuldade na utilização do modelo para fazer a embalagem concreta. Outros se dedicaram a retomar as informações nutricionais estudadas em aulas anteriores para elaborar a tabela nutricional que deveria constar na embalagem. Na figura 15, segue ilustração dos trabalhos já avançados.

Figura 15: Estudantes continuando suas produções.





Fonte: Imagens captadas durante as atividades.

Alguns estudantes demonstraram preocupação em tornar a embalagem atraente para conseguir vender o produto, além de inovar na proposta de produto, pois conforme fala do estudante CA: *“Esse aqui vai ser de sabor uva. Mas vai ter de vários sabores. Todas as crianças vão querer leite de uva, morango, manga, melancia, pêssego, ...”*.

O grupo que estava elaborando modelos de receitas apresentou dificuldades para definir as medidas dos ingredientes em frações. Os estudantes estavam tomando como base os cadernos de receitas de suas mães, mas que continham poucas receitas envolvendo frações. Assim, estavam com dificuldade de adaptar as receitas para outras que envolvessem números fracionários. Conversou-se com o grupo e a professora utilizou frações equivalentes para explicar como poderiam obter a medida correta e deixar as medidas de todos os ingredientes em frações.

O grupo que estava fazendo o trabalho sobre tecnologias para controlar fraudes no leite estava com propostas interessantes, mas com dificuldade para utilizar a Teoria de Grafos no contexto do trabalho. Assim, foi necessário retomar a definição de Grafo e mostrar exemplos práticos como o problema do carteiro chinês e trajeto de ônibus com caminho mais rápido, que poderia ser adaptado para a situação-problema deles.

3ª ETAPA: SIGNIFICAÇÃO E EXPRESSÃO

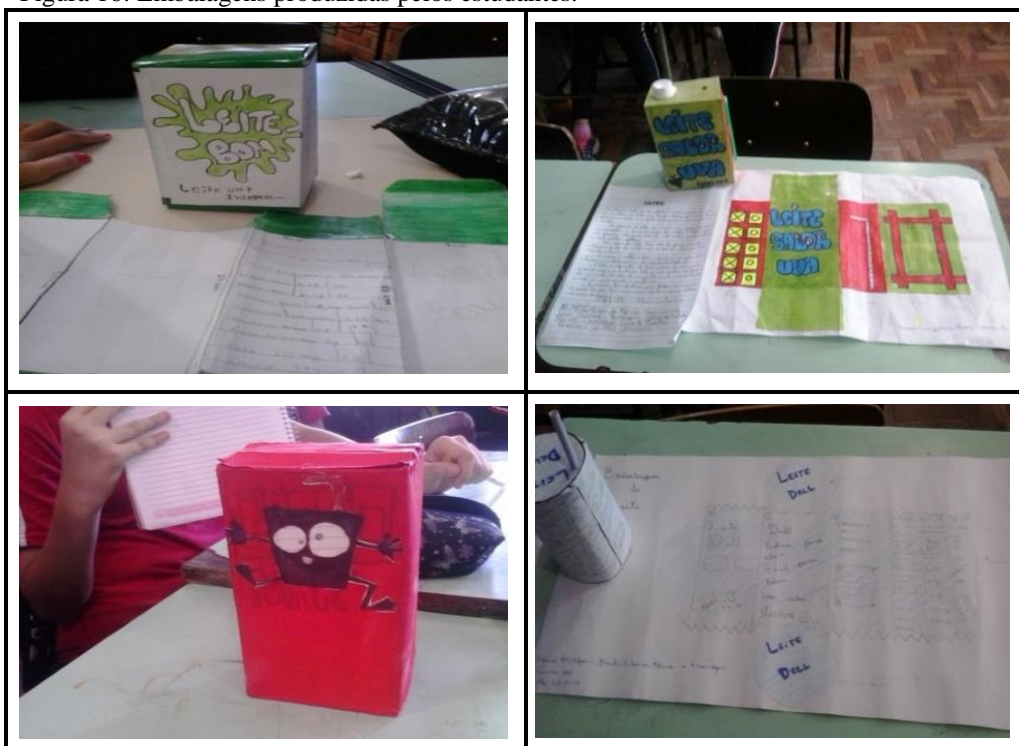
Nessa etapa objetivou-se promover aos estudantes melhor compreensão dos resultados que foram obtidos. Assim, buscou-se fazer uma interpretação dos modelos obtidos e uma avaliação do resultado, validando-o ou não. Para isso, utilizou-se 2 horas/aula em cada turma, durante as quais os estudantes apresentaram seus trabalhos.

21º encontro com cada turma

Nessas aulas, os estudantes fizeram uma exposição de seus trabalhos para os demais colegas, relatando o que aprenderam ao fazer o trabalho. Segundo relato da maioria dos estudantes, eles gostaram das aulas de Matemática nesse período, pois passavam rápido e envolviam outras disciplinas. Esse momento foi muito importante para eles, pois foi possível refletir sobre o desempenho de cada um e discutir sobre a importância dos conteúdos de Matemática e de Ciências estudados neste período.

Os grupos que fizeram embalagens para o leite apresentaram os modelos elaborados e as respectivas embalagens. Apenas dois grupos criaram embalagens diferentes dos modelos tradicionais. Conforme o estudante UB: *“Fazer embalagem foi interessante. Para isso a gente pegou uma embalagem de leite e pensou o que poderia ser mudado. Tipo assim, se tem alguma coisa que não funciona bem, daí a gente poderia inventar para mudar”*. Nessa fala foi possível perceber a preocupação de alguns estudantes para elaborar embalagens que fossem práticas de manusear e diferentes das encontradas nos supermercados. A seguir, na figura 16, imagens das produções dos estudantes.

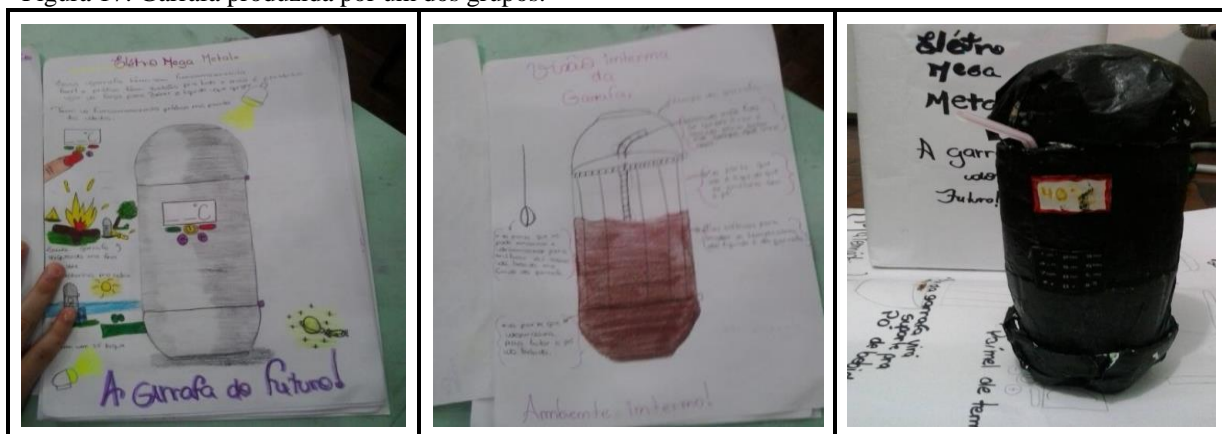
Figura 16: Embalagens produzidas pelos estudantes.



Fonte: Imagens captadas durante as atividades.

O grupo que fez um modelo de garrafa tecnológica denominou-a de *Eletro Mega Metal: a garrafa do futuro*, sendo ela uma garrafa retornável. Esse modelo apresentava vários recursos tais como: controle da temperatura do leite com sistema interno de aquecimento e resfriamento, encaixe para um ‘potinho’ com sabor em pó e sistema de agitação do leite. Além disso, a garrafa funcionaria com uma bateria que poderia ser carregada com um carregador de celular ou um cabo USB. A seguir, imagens do modelo e da garrafa produzida pelos estudantes.

Figura 17: Garrafa produzida por um dos grupos.

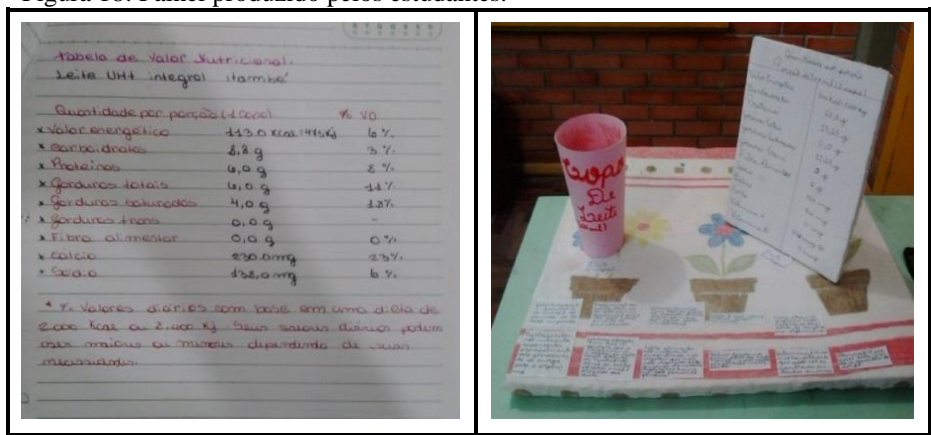


Fonte: Imagens captadas durante as atividades.

A professora perguntou ao grupo se eles haviam gostado de fazer o trabalho e porque pensaram em fazer a garrafa com esses recursos tecnológicos. O estudante LB respondeu dizendo: *“Eu gostei de fazer, e hoje em dia tudo vem com bateria, com botões para controlar, programar e ligar no computador para fazer alguma coisa. Aí a gente pensou em fazer essa garrafa, pensando em como seria interessante para as pessoas. É útil também, para facilitar a vida das pessoas, como poder tomar leite quente em qualquer lugar sem pagar caro e levando de casa”*. Observou-se que os estudantes desse grupo se dedicaram durante o trabalho e entenderam a proposta de que poderiam criar algo novo, não ficando limitados ao tradicional. Conforme exposto por um dos estudantes, a proposta foi interessante, pois possibilitou pensar em coisas novas que facilitariam a vida das pessoas.

O grupo que fez o painel de informações apresentou uma maquete do mesmo. Nele continha uma tabela nutricional e informações nutricionais sobre os componentes do leite. É importante destacar que esse grupo apresentou muito bem o trabalho, explicando com propriedade cada um dos componentes do leite e a importância nutricional de cada um deles. Além disso, enfatizaram aos colegas que se deve prestar atenção à porção que está indicada na tabela, para fazer o cálculo proporcional e saber quanto será ingerido de cada componente.

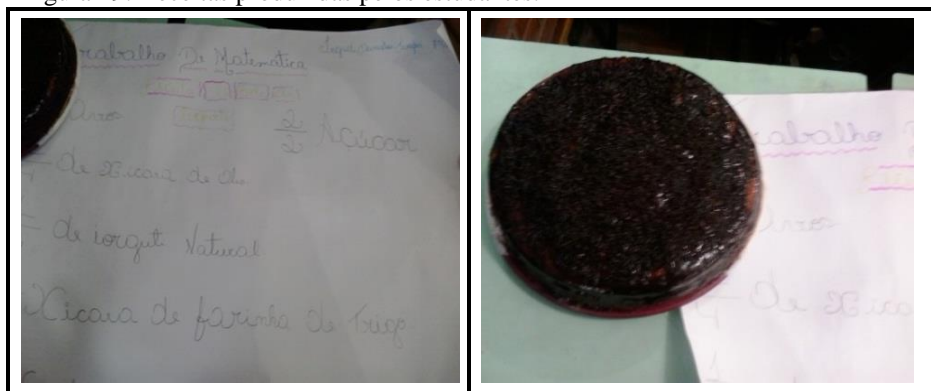
Figura 18: Painel produzido pelos estudantes.



Fonte: Imagens captadas durante as atividades.

O grupo que elaborou receitas utilizando como ingredientes o leite e seus derivados escolheu uma receita (bolo de iogurte) para ser apresentada e trouxeram o bolo para confraternizar com os colegas. O grupo explicou quais foram os ingredientes que utilizaram e as proporções que seguiram e, para isso, fizeram um cartaz para auxiliar na explicação. A seguir, imagens da produção dos estudantes. A professora perguntou aos estudantes se eles haviam utilizado a ideia de proporção conforme explicado. Um dos integrantes do grupo fez um sinal de “mais ou menos”, afirmando que haviam tentado.

Figura 19: Receitas produzidas pelos estudantes.



Fonte: Imagens captadas durante as atividades.

O grupo que fez a pesquisa sobre tecnologias para controlar as fraudes no leite, apresentou um *PowerPoint*, conforme figura 20, com as ideias que seriam implementadas no aplicativo que gostariam de criar. Destaca-se que o grupo se empenhou e demonstrou buscar inovações e soluções para problemas do dia a dia. A apresentação do grupo foi um momento de descontração, pois os colegas colaboravam narrando episódios de fraudes no leite.

O grupo destacou que se sentiu desafiado, pois tiveram que estudar alguns conceitos básicos da Teoria de Grafos que desconheciam até o momento. Porém, ao final da

apresentação, relataram que gostaram de fazer o trabalho e de conhecer um pouco da teoria, pois assim conseguiram fundamentar melhor uma das funções do aplicativo.

Figura 20: Apresentação em PowerPoint de um dos grupos.



Fonte: Imagens captadas durante as atividades.

Destaca-se que a maioria dos estudantes se envolveu no processo de Modelação, demonstrando-se muito mais ativos em relação às aulas anteriores. Além disso, percebeu-se que os estudantes foram protagonistas de suas aprendizagens, pois fizeram questionamentos e participaram das atividades propostas, sugerindo inclusive, outras atividades.

Um ponto positivo destacado pela maioria dos estudantes foi em relação à diversidade de conteúdos que foram vistos nas aulas, sendo que alguns estudantes afirmaram que as aulas de Matemática estavam mais parecidas com aulas de Ciências.

Para finalizar, a professora fez uma discussão com os estudantes sobre o desempenho de cada um durante o desenvolvimento das atividades. Por fim, a professora agradeceu a participação de todos e parabenizou-os pelos trabalhos apresentados. Um dos estudantes perguntou: VB “A senhora vai usar esses trabalhos também para o curso da senhora?”. Assim, a professora esclareceu que utilizaria as fotos dos trabalhos e descreveria o que foi feito neste período, ou seja, os acontecimentos mais relevantes de todas as aulas.

3.2 SÍNTESE DOS PRINCIPAIS RESULTADOS – CONSIDERAÇÕES

Neste capítulo apresentou-se uma descrição da aplicação da atividade sobre o *tema leite*, elaborada pela autora desta pesquisa. Tal atividade foi aplicada em duas turmas de 7º ano do Ensino Fundamental de uma escola municipal de Canoas/RS, ocorrendo durante o segundo semestre de 2014, durante as aulas regulares de Matemática das duas turmas. As atividades foram elaboradas e realizadas conforme as três etapas da Modelação definidas por Biembengut (2014): *Percepção e apreensão*; *Compreensão e explicitação*; *Significação e expressão*, com objetivo de analisar a Alfabetização e Competência Científicas dos estudantes de 7º ano do Ensino Fundamental.

Cabe destacar que esta foi a primeira vez que a autora desta pesquisa elaborou e desenvolveu uma atividade de Modelação com várias atividades envolvendo outras áreas do conhecimento, além da responsabilidade de vencer o conteúdo programático de Matemática, uma vez que a atividade foi desenvolvida em duas turmas de ensino regular.

Apresenta-se a seguir, conforme as três etapas da Modelação, as principais ocorrências durante as aulas:

1ª Etapa: Percepção e Apreensão

Nessa etapa os estudantes buscaram conhecer mais sobre o *tema* de estudo, além de obter informações referentes ao *tema* e selecionar quais eram necessárias para a situação-problema apresentada. Quando questionados inicialmente, se conheciam em detalhes o processo de produção de leite, nenhum estudante soube explicar. Também não tinham certeza da composição do leite, apenas alguns componentes de maneira imprecisa, nem quais os tipos de leite comercializados.

Observou-se que os estudantes estavam interessados pelo assunto, fazendo questionamentos quanto às condições de produção do leite, industrialização e adulteração do leite e, fazendo comentários relacionando o leite a situações do dia a dia. Além disso, solicitaram por conta própria a realização de experimentos complementares.

Nesta etapa inicial, os estudantes conseguiram perceber a importância das informações/conhecimentos que estavam sendo obtidas sobre o *tema* e que eles não tinham domínio. Poucos estudantes conseguiram perceber a Matemática presente no contexto do *tema*

de estudo, pois as observações que faziam durante as atividades eram limitadas ao reconhecimento de quantidades envolvidas, além de serem observadas de maneira isolada.

Foi possível observar que em diversas atividades realizadas os estudantes buscavam compreender alguns conceitos científicos, principalmente na realização dos experimentos em que muitos questionavam o que estava sendo feito e tentavam achar uma explicação para entender os procedimentos utilizados e o resultado do experimento.

2ª Etapa: Compreensão e Explicação

Durante a realização das atividades, os estudantes interagem com a professora fazendo questionamentos em cada etapa da realização do experimento. Foi possível observar que tinham dúvidas sobre os procedimentos e identificavam algumas questões pertinentes. Porém, alguns estudantes não tinham conhecimento sobre termos básicos utilizados durante as atividades práticas.

Nas atividades com experimentos os estudantes se mostravam mais interessados, participando ativamente da realização e interagindo com os mesmos, além de demonstrarem interesse em outros experimentos. Também, conseguiram estabelecer relação entre alguns experimentos realizados com situações do dia a dia.

De modo geral, a maioria dos estudantes não sabia como resolver o problema sobre proteína e gordura, mesmo após a explicação do conteúdo. Desse modo, foi necessário que a professora auxiliasse na resolução, pois os estudantes tinham dificuldade de aplicar seus conhecimentos.

Na atividade complementar, foi possível observar que muitos grupos produziram embalagens muito semelhantes às conhecidas, não dando devida atenção à orientação da professora, de que deveriam pensar em uma embalagem diferente, inovadora. Destaca-se que um dos grupos, o que mais se esforçou, demonstrava constantemente a preocupação que tinham com a inovação tecnológica, sendo possível observar que se preocupou em criar algo que não existisse. Os estudantes que pensaram no aplicativo para controlar as fraudes no leite, embora tenham demonstrado interesse, apresentaram um pouco de dificuldade para compreender os conceitos envolvidos para planejar uma rota e aplicá-los ao problema deles. Foi necessário ajuda da professora para traçar a rota.

3ª Etapa: Significação e Expressão

Nessa etapa os estudantes apresentaram seus trabalhos para os colegas, relatando o que haviam feito e discutindo alguns questionamentos que ocorreram.

Para avaliar os trabalhos, a professora fez alguns questionamentos aos estudantes de cada grupo, como: se o modelo de embalagem criado era o que melhor atendia às expectativas deles; se o modelo estava de acordo com a proposta de pensar em algo diferente e inovador; se havia sido considerado o conteúdo ensinado. Além disso, para os outros grupos, a professora questionou se o painel apresentava informações relevantes para as pessoas e se a sugestão de aplicativo teria condições de controlar fraudes no leite. Assim, eles analisariam seus próprios trabalhos estimulando um olhar crítico para sua produção.

Todos os grupos responderam aos questionamentos da professora. Disseram que acreditavam que seus trabalhos estavam bons, à exceção de um grupo que fez sobre embalagens. Afirmaram que não se esforçaram e fizeram de qualquer jeito sem pensar nessas questões.

Os demais grupos, que acharam seus trabalhos bons, apresentaram um pouco de confusão no momento de explicar o que haviam utilizado de conteúdo nos seus trabalhos, ou seja, apresentaram dificuldade para aplicar o que foi discutido no decorrer das aulas. Apenas o grupo que fez sobre a embalagem tecnológica havia pensado nessas questões, inclusive surpreendendo os colegas e a professora com a quantidade de recursos apresentados.

Sobre o desempenho dos estudantes, destaca-se que das duas turmas envolvidas, totalizando 59 estudantes, apenas 12 ficaram com nota abaixo da média (25 pontos) para este trabalho que valia 50 pontos. Esses estudantes não completaram as atividades, envolveram-se pouco durante a realização das mesmas, além de faltarem com frequência à aula. Assim, a média geral de nota da turma 7ºA ficou em, aproximadamente, 38 pontos e a média geral de nota da turma 7ºB ficou em, aproximadamente, 42 pontos.

A partir da descrição das atividades realizadas com os estudantes, as observações feitas pela autora desta pesquisa e das teorias do *Mapa Teórico*, torna-se possível fazer a análise da Alfabetização e Competência Científicas dos estudantes envolvidos, que se apresenta no capítulo IV, *Mapa de Análise*.

CAPÍTULO IV – MAPA DE ANÁLISE

Apresenta-se, neste capítulo, o *Mapa de Análise* que é a fase em que se buscou identificar a Alfabetização e Competência Científicas dos estudantes do Ensino Fundamental, colaboradores desta pesquisa, e conjugar esses dados empíricos com a teoria pertinente. Assim, este *Mapa de Análise* trata da integração entre o *Mapa Teórico* e o *Mapa de Campo*, objetivando *analisar as ideias de Matemática e Ciências de estudantes do Ensino Fundamental a partir de suas expressões, oral e escrita, durante o processo de Modelação*.

De acordo com as pontuações feitas no *Mapa Teórico*, considera-se que o estudante da Educação Básica está alfabetizado cientificamente se:

[...] possui conhecimento científico e utiliza esse conhecimento para identificar questões, adquirir novos conhecimentos, explicar fenômenos científicos e tirar conclusões baseadas em evidência científica sobre questões relacionadas a Ciências; compreende os traços característicos da Ciência como uma forma de conhecimento humano e investigação; demonstra consciência de como a Ciência e a Tecnologia moldam nosso ambiente material, intelectual e cultural; demonstra engajamento em questões relacionadas a Ciências como um cidadão consciente (INEP, 2008, p. 34).

O conhecimento que o estudante possui e representa ou expressa, externamente, é baseado em uma representação interna – modelo mental –, ‘construída’ durante o processo cognitivo. Representação que indica *percepção e apreensão, compreensão e explicitação* do estudante sobre o assunto e, assim, possível Alfabetização e Competência Científicas.

Para análise dos dados empíricos desta pesquisa, elaborou-se quadro síntese, conforme Mapa 18, com base nos estágios do processo cognitivo definidos por Biembengut (2002) a partir de Modelos Mentais (JOHNSON-LAIRD, 1983); nas competências científicas estabelecidas pelo PISA, conforme INEP (2008; 2013b); e nos níveis de proficiência em Ciências para Alfabetização Científica (ibid.), Mapa 9 este que já consta no capítulo 2, mas que consta aqui, adaptado às fases do processo cognitivo. Assume-se cada ‘nível de proficiência em Ciências’ como uma categoria de análise.

Mapa 18: Categorias de análise.

	Alfabetização e Competência Científicas			
	Processo cognitivo	Competências científicas	Proficiência em Ciências	Nível
Percepção e Apreensão	Identifica e entende informações.	Identifica questões científicas	- Apresenta explicações científicas óbvias. - Fornece conclusões apenas quando as evidências são apresentadas.	1
			- Apresenta explicações científicas em contextos familiares. - Fornece conclusões com base em investigações simples.	2
Compreensão e Explicação	Faz observações, formula e verifica hipóteses; compreende.	Explica fenômenos cientificamente	- Seleciona fatos e conhecimentos para explicar fenômenos aplicando modelos simples e estratégias de pesquisa. - Disserta sobre fatos e baseia-se em conhecimentos científicos para tomar decisões.	3
			- Faz inferências sobre o papel da Ciência e da Tecnologia. - Selecionam e integram explicações de diferentes áreas de Ciência e Tecnologia, relacionando-as a situações da vida.	4
Significação e Expressão	Representa a compreensão	Utiliza evidências científicas	- Utiliza habilidades de pesquisa e relaciona conhecimentos. - Reflete criticamente sobre situações cotidianas e constrói explicações a partir de evidências baseadas em sua análise crítica.	5
			- Utiliza o conhecimento científico para resolver questões científicas e tecnológicas. - Toma decisões com base em conhecimentos científicos.	6

Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme estabelecido pelo PISA, o estudante é considerado alfabetizado cientificamente se ele alcança, pelo menos, o nível 2 da escala de proficiência em Ciências (INEP, 2008; 2013b), pois, segundo o documento, nesse nível o estudante é considerado apto a inserir-se de maneira ativa e consciente na sociedade. Nesta pesquisa, assume-se como verdadeiro que o estudante está alfabetizado cientificamente se atingir, pelo menos, o nível 2 de proficiência em Ciências, pois nesse nível o estudante é capaz de apresentar explicações simples, dando indícios de uma compreensão. O presente capítulo está dividido em duas seções: *4.1 Análise da aplicação da Atividade Didática*; *4.2 Conclusão e recomendações*.

4.1 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA ATIVIDADE DIDÁTICA

Esta análise foi feita com base na descrição da aplicação e respectivos resultados da Atividade Didática realizada com duas turmas de estudantes (59 no total) de 7º ano do Ensino Fundamental de uma escola municipal da rede de Canoas/RS.

Conforme o capítulo 3, *Mapa de Campo*, seção 3.1, a aplicação da Atividade Didática teve duração de 42 horas/aula, sendo realizada nos quatro períodos semanais de Matemática, com início em 19 de agosto de 2014 e término em 18 de novembro de 2014. Destaca-se que a autora desta pesquisa, foi também a professora de Matemática de ambas as turmas.

De acordo com o capítulo 3, fez-se uso do *tema leite* para utilizar a Modelação, como método de ensino com pesquisa, nas duas turmas de estudantes de 7º ano do Ensino Fundamental, a partir da questão-guia: *Qual a melhor opção de leite para quem deseja consumir menos gordura e mais proteína, considerando os diferentes tipos de leite disponíveis nos supermercados?* Após desenvolvimento das atividades os estudantes foram estimulados a produzir algo mais relacionado ao *tema leite*. Conforme já dito no capítulo 3, a Aplicação Didática seguiu as três etapas da Modelação propostas por Biembengut (2014): *Percepção e apreensão; Compreensão e explicitação; Significação e expressão.*

Apresenta-se, a seguir, a análise das principais ocorrências com base nas categorias, anteriormente descritas conforme mapa 18, e nas três etapas da Modelação. A análise das atividades realizadas pelos estudantes nas duas turmas de 7º ano é feita de forma conjunta. Isso quer dizer que se faz a análise a partir das respostas, resultados da maioria. Maioria aqui corresponde maior ou igual a 70% dos estudantes. Desta forma, sempre que é dito ‘os estudantes’, essa expressão corresponde a essa ‘maioria’. Casos relevantes que ficarem entre a minoria serão pontuados.

1ª ETAPA: PERCEPÇÃO E APREENSÃO

Nessa primeira etapa objetivou-se levar os estudantes a *perceberem* questões relacionadas ao *tema leite* e *apreenderem* o máximo de informações e dados sobre o assunto. Para isso, os estudantes participaram de algumas atividades como: visualização de vídeos, leitura de um texto sobre o *tema leite*, discussão entre eles e busca de informações sobre o assunto na *internet*, livros e revistas. Conforme comentam Krasilchik e Marandino (2007, p. 40), no processo de Alfabetização Científica na escola, se pretende:

[...] despertar o interesse dos indivíduos para conceitos fundamentais e verificar quais as suas ideias sobre o assunto em estudo, e, após os envolver em atividades de explicação dos fenômenos naturais, torná-los capazes de aplicar os conhecimentos adquiridos em novas situações.

Conforme já expresso no capítulo 3, no intuito de despertar o interesse desses estudantes, a professora, autora desta pesquisa, fez a apresentação do *tema* de forma que possibilitasse a eles verificar quais conhecimentos prévios possuíam sobre o assunto. Neste momento, de acordo com suas ‘falas’ em sala de aula e, posterior, ‘respostas’ no questionário inicial, os estudantes mostraram-se interessados pelo assunto, porém, os conhecimentos prévios sobre o *tema* eram limitados. Associaram leite a algumas questões do dia a dia como, por exemplo, ao animal (vaca), alimentação, saúde, meio ambiente e embalagem. Isto implica que os estudantes encontravam-se no nível 1 de Alfabetização e Competência Científicas, ou seja, apresentaram “*explicações científicas óbvias e fornecem conclusões apenas quando as evidências são apresentadas*”.

Após se familiarizarem com o *tema* de estudo, os estudantes passaram a mostrar interesse e envolvimento com a Atividade e, assim, a apreensão das ideias e dos conceitos abordados de Matemática e Ciência. Conforme Delizoicov e Lorenzetti (2001, p. 6), ao objetivar-se “[...] desenvolver o aprimoramento e ampliação do vocabulário científico dos estudantes, é necessário que este seja adquirido de forma contextualizada, na qual os alunos possam identificar os significados que os conceitos científicos apresentam”.

Por meio de seus dizeres, conforme descrição da Aplicação Didática, os estudantes mostraram melhor entendimento sobre o contexto envolvido na produção de leite, além de apresentarem questões pertinentes sobre o *tema* em estudo. Ao apreenderem os dados e as informações sobre o assunto, os estudantes conseguiram identificar questões relevantes e estabelecer relações entre as informações obtidas referentes ao campo de estudo. Isso indica que eles atingiram o nível 2 de Alfabetização e Competência Científicas, ou seja, apresentaram “*explicações científicas em contextos familiares e fornecem conclusões com base em investigações simples*”. Conforme o PISA, é necessário que os estudantes consigam, além de resolver problemas, propor questões de estudo referentes ao *tema* (INEP, 2013a). Nesse mesmo sentido, Meyer (2011) destaca que ao invés do professor propor questões aos estudantes, é salutar que os próprios estudantes sejam capazes de elaborá-las, conseguindo compreender a situação-problema por meio dos conceitos aprendidos.

Quando estimulados a criar algo relacionado ao leite, os estudantes apresentaram propostas interessantes, mostrando vontade em propor algo diferente, mesmo não tendo ideia de como o fazer, conforme fala dos estudantes LB e UB: “*professora, podemos fazer mais ou menos o que a gente quer? Se eu quiser fazer algo meio diferente a gente pode? Se eu fizer uma embalagem, ela não precisa ser no mesmo formato que as embalagens que a gente compra no supermercado?*”.

Os estudantes destacaram verbalmente, durante a aula, questões referentes à ‘tecnologia’ que até então não haviam sido tratadas explicitamente em aula. Isso se mostra, por exemplo, nos grupos de estudantes que tiveram as seguintes ideias: ‘pensar’ em um aplicativo para controlar fraudes no leite; elaborar um painel informativo com informações nutricionais sobre o leite, no intuito de levar informação às demais pessoas; e, ainda, elaborar um modelo de garrafa tecnológica, com objetivo de tornar mais prático o preparo do leite e, assim, facilitar a vida das pessoas. Dessas referências, identificaram-se sentidos críticos e criativos dos estudantes ao expressarem suas vontades de contribuir e de elaborar propostas inovadoras para melhorar a vida das pessoas. Para Chassot (2001, p. 38, grifos do autor) “[...] seria desejável que os *alfabetizados cientificamente* não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo, e transformá-lo para melhor”.

Essas declarações permitiram identificar o nível 2 de Alfabetização e Competência Científicas desses estudantes. Segundo o PISA, os estudantes, nesse nível, “[...] são capazes de desenvolver raciocínio direto e de fazer interpretações literais de resultados de pesquisas científicas ou de resoluções de problemas tecnológicos” (INEP, 2014, p. 49).

Conforme Sasseron e Carvalho (2008, p. 336), é necessário que os estudantes:

[...] tenham um entendimento público da ciência, ou seja, que sejam capazes de receber informações sobre temas relacionados à ciência, à tecnologia e aos modos como estes empreendimentos se relacionam com a sociedade e com o meio-ambiente e, frente a tais conhecimentos, sejam capazes de discutir tais informações, refletirem sobre os impactos que tais fatos podem representar e levar à sociedade e ao meio ambiente e, como resultado de tudo isso, posicionarem-se criticamente frente ao tema.

Ao serem questionados sobre a relação entre o *tema* de estudo e a Matemática, os estudantes apontaram apenas ‘quantidades’ como conteúdo matemático que poderia ser estudado a partir do *tema leite*. Isso sugere que os estudantes *percebem* a presença do *tema* de estudo no seu dia a dia, porém não relacionam a Matemática presente, ou seja, a temática como oportunidade de estudo de Matemática e Ciências.

O fato dos estudantes não identificarem a Matemática em situações cotidianas, no caso, nas questões relacionadas ao *tema leite*, indica não estarem familiarizados com propostas de ensino a partir de um *tema* ‘não matemático’ na disciplina de Matemática. Este não reconhecimento aponta que nas aulas de Matemática, a maioria possivelmente foi submetida apenas à feitura de exercícios específicos, após apresentação do conteúdo; ou seja, aplicação direta do conteúdo que foi visto anteriormente. Na escola, conforme apontam Lorenzetti e Delizoicov (2001), os estudantes não são ensinados a fazer relação crítica entre os conteúdos e as situações do dia a dia.

Assim, nessa primeira etapa, *percepção e apreensão*, identificou-se que os estudantes passaram as fases do processo cognitivo, ou seja, *perceberam e apreenderam* as ideias, as informações e a proposta. Assim, estão no processo de serem alfabetizados cientificamente e possuem competências científicas no que se refere à identificação de questões científicas - primeira competência científica definida pelo PISA, conforme Inep (2013b). Nessa competência, todos os estudantes³, de modo geral, passaram do nível 1 para o nível 2, pois com base nas respostas apresentadas pelos estudantes, identificou-se que os mesmos apresentaram avanços. Isso, pois, inicialmente não faziam ideia do processo de produção do leite, por exemplo, e, durante o desenvolvimento desta primeira etapa da Modelação, eles conseguiram identificar questões científicas pertinentes ao *tema* em estudo, como manejo animal, higiene durante a produção de leite, condições de transporte adequado do produto e produção de derivados.

Conforme comentam Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 5):

Aumentar o nível de entendimento público da Ciência é hoje uma necessidade, não só como um prazer intelectual, mas também como uma necessidade de sobrevivência do homem. É uma necessidade cultural ampliar o universo de conhecimentos científicos, tendo em vista que hoje se convive mais intensamente com a Ciência, a Tecnologia e seus artefatos.

2ª ETAPA: COMPREENSÃO E EXPLICITAÇÃO

³ Constatou-se que todos os estudantes passaram do nível 1 para o nível 2 de Alfabetização e Competência Científicas a partir do questionário inicial que foi respondido individualmente e das observações feitas pela pesquisadora durante o processo de Modelação. Destaca-se que nas observações, a pesquisadora buscava interagir com cada estudante para verificar se ele apresentava algumas explicações científicas em contextos familiares e algumas conclusões com base em investigações simples. Apresentou-se apenas os dizeres mais relevantes para ilustrar tal constatação.

Nessa segunda etapa, objetivava-se formular e resolver a situação-problema com base no conteúdo de Matemática e Ciências desenvolvido em aula. Para isso, era necessário que os estudantes buscassem relação entre os conteúdos de Matemática e Ciências e a situação-problema para obter o modelo que possibilitasse solucionar o problema.

Quando questionados sobre como resolver a situação-problema que envolvia o teor de gordura e quantidade de proteína presentes no leite, nenhum estudante soube indicar a maneira como poderia ser resolvido, nem o que seria necessário saber para resolver o problema, sendo necessário que a professora conduzisse o processo. Isso ocorreu, possivelmente, em função dos estudantes não estarem acostumados a pensarem em estratégias para resolver uma situação-problema. Segundo Biembengut (2014, p. 16),

a proposição de questões ou atividades que integrem outras áreas do conhecimento, de acordo com o nível de escolaridade dos estudantes, indica que se vincular a matemática à realidade é possível facilitar a eles melhor compreensão sobre um fato não conhecido, assimilando ou incorporando aos fatos já familiares. Isso quer dizer que os estudantes não apenas tenham conhecimentos matemáticos, mas também desenvolvam habilidades para solucionar problemas, além das proposições em sala de aula.

Na realização dos experimentos para obtenção dos dados, os estudantes mostraram interesse em participar, inclusive, fazendo observações relevantes, identificando questões pertinentes para a atividade e, ainda, explicando algumas delas, conforme fala do estudante GB *“nossa, olha só... cada componente do leite tem uma característica. Um por ele ser doce e outro é responsável pela cor branca, e mais outras coisas...”* e, conforme fala do estudante MB, *“Olha só profe, se a gente sabe o que tem em cada alimento, a gente tem como saber no que ele será importante para nossa saúde”*. Com isso, verifica-se a terceira categoria de análise, nível 3 de Alfabetização e Competência Científicas, pois os estudantes *“selecionam fatos e conhecimentos para explicar fenômenos aplicando modelos simples e estratégias de pesquisa e dissertam sobre fatos, baseando-se em conhecimentos científicos para tomar decisões”*.

Entrementes, alguns estudantes apresentaram dificuldade, permanecendo na aquisição de informações. Segundo Biembengut (2002, p. 8), *“aprender implica ter conhecimento e não apenas informação”*. Isso se evidenciou quando deveriam elaborar um esquema expressando a composição do leite e elaborar um quadro com os diferentes tipos de leite e seus respectivos teores de gordura e proteína. Alguns estudantes apresentaram dificuldade de compreender os valores em massa (g) e/ou porcentagens envolvidas. Ou seja, esses estudantes não foram capazes de *“[...] identificar o vocabulário da ciência, mas também de compreender conceitos e*

utilizá-los para enfrentar desafios e refletir sobre seu cotidiano”, uma das principais funções do ensino, de acordo com os dizeres de Krasilchik e Marandino (2007, p. 19).

Durante o desenvolvimento das atividades com a realização de experimentos, as quais possibilitaram discussões e significativa participação dos estudantes, muitos deles sentiram-se interessados a realizar outros experimentos. Isso se mostrou quando alguns grupos de estudantes tiveram iniciativa de solicitar a realização de três experimentos não previstos na Atividade Didática. Conforme Sasseron e Carvalho (2011, p. 73-74) “[...] tendo por objetivo iniciar a Alfabetização Científica desses estudantes, é preciso que o ensino não se centre somente na manipulação de materiais para a resolução de problemas associados a fenômenos naturais, mas que privilegie questionamentos e discussões”.

No experimento para identificar a gordura presente no leite, durante a discussão sobre a produção de queijo e a importância de saber o teor de gordura presente no leite, o estudante MA afirmou: *“claro profe, assim eu consigo saber qual o leite tem mais ou menos gordura. Aí eu sei, por exemplo, com qual tipo de leite é mais vantajoso fazer queijo”*. Na fala desse estudante, verifica-se a quarta categoria de análise, nível 4 de proficiência para Alfabetização e Competência Científicas, pois os estudantes *“fazem inferências sobre o papel da Ciência e da Tecnologia, e, selecionam e integram explicações de diferentes áreas de Ciência e Tecnologia, relacionando-as a situações da vida”*.

Conforme Delizoicov e Lorenzetti (2001, p. 12),

o desenvolvimento dos conteúdos procedimentais será de fundamental importância durante a realização das aulas práticas. Observar atentamente o fenômeno em estudo, estabelecer hipóteses, testá-las via experimento, registrar os resultados, permite que os alunos ajam de forma ativa sobre o objeto de estudo, possibilitando uma melhor compreensão do experimento.

Alguns estudantes dos grupos que optaram pela criação de embalagem, questionaram a necessidade de estudar conteúdos de Ciências nas aulas de Matemática. Destaca-se que, possivelmente, esses estudantes ainda não haviam compreendido a ideia de explorar outras áreas do conhecimento na disciplina de Matemática. Em contrapartida, muitos estudantes mostravam-se motivados em participar das atividades, compreendendo a importância e a oportunidade de abranger conhecimentos de diversas áreas. Isso se evidencia nos dizeres do estudante DA, ao ‘retrucar’ os ‘colegas que questionaram’, referindo-se ao estudo de calorias, dizendo *“É bom saber para escolher o que comemos e saber quanto de energia a gente precisa gastar”*. Destaca-se que esse estudante, além de identificar uma questão que se pode

considerar de cunho científico, estava tentando explicá-la ‘cientificamente’ relacionando-a com o seu dia a dia.

Observa-se que na tentativa de obter uma solução à situação-problema, alguns estudantes formularam hipóteses, justificando-as de maneira coerente, conforme dizeres do estudante PB, ao afirmar que “*é óbvio professora, olha só... a proteína é igual e o que muda é a gordura e o que tem menos gordura é o leite desnatado...*”. De acordo com Sasseron e Carvalho (2011, p. 73), é importante o desenvolvimento de atividades que motivem a argumentação dos estudantes, pois:

[...] as discussões devem propiciar que os alunos levantem hipóteses, construam argumentos para dar credibilidade a tais hipóteses, justifiquem suas afirmações e busquem reunir argumentos capazes de conferir consistência a uma explicação para o tema sobre o qual se investiga.

Conforme Blum (2007), para que na Disciplina de Matemática ocorra aprendizagem eficaz, é necessário que os estudantes aprendam os conceitos matemáticos e, concomitantemente, desenvolvam competência para saber aplicar o conhecimento aprendido em situações do contexto matemático e não matemático. Na resolução da questão-guia, após desenvolvimento do conteúdo, os estudantes apresentaram dificuldade para aplicá-lo. Apenas três estudantes indicaram uma possível resolução. Destaca-se que os estudantes haviam compreendido os conteúdos, conforme verificado nos questionamentos e nas atividades feitas em sala de aula, mas não souberam aplicá-los para solucionar a situação-problema. Supõe-se que este não saber seja pelo fato de eles não estarem acostumados a esse tipo de atividade. Conforme Biembengut (2014) é comum esse tipo de ocorrência nessa etapa da Modelação, diminuindo o interesse e a motivação dos estudantes se o professor não souber como reorientar a Atividade de tal forma a chamar a atenção e, assim, o interesse deles.

De modo geral, quando a professora, autora desta pesquisa, conduziu o processo, os estudantes conseguiram acompanhar toda a formulação do modelo, sendo que alguns estudantes respondiam corretamente a questionamentos; posto isso, acredita-se que houve compreensão e construção de conhecimento por parte dos estudantes, pois conforme Biembengut (2002, p. 3), “[...] cada sensação ou percepção, que temos do meio, faz gerar em nossa mente imaginação e ideias, que a partir da compreensão e do entendimento, podem transformar-se em significado, modelo, portanto, conhecimento”.

Nesse sentido, Borges (1997, p. 74) comenta que “[...] nossa habilidade em dar explicações está intimamente relacionada com nossa compreensão daquilo que é explicado, e

para compreender qualquer fenômeno ou estado de coisas, precisamos ter um modelo funcional dele”. Entretanto, conforme destaca Childe (1966, p. 47), “pensar é uma forma de ação, e com muitas pessoas [...] o poder de formar quadros mentais é limitado pela sua capacidade de estabelecer modelos da coisa imaginada”.

Nas criações dos estudantes, destaca-se que em três grupos identificou-se a quarta categoria de análise, nível 4 de Alfabetização e Competência Científicas, pois, nesse nível, os estudantes *“fazem inferências sobre o papel da Ciência e da Tecnologia, e, selecionam e integram explicações de diferentes áreas de Ciência e Tecnologia, relacionando-as a situações da vida”*. Trata-se do grupo de estudantes que elaborou um modelo de uma *garrafa tecnológica*, do grupo de estudantes que elaborou um painel com informações nutricionais sobre o leite, e do grupo que elaborou uma proposta de aplicativo para controle de fraudes. Conforme Burak (2004, p. 2):

Para a aprendizagem, o procedimento gerado a partir do interesse do grupo ou dos grupos, parece resultar em ganho, pois o grupo ou os grupos de alunos trabalham com aquilo que gostam, aquilo que para eles apresenta significado, por isso tornam-se co-responsáveis pela aprendizagem.

Nesses três grupos, verificou-se que todos os estudantes estavam preocupados em obter um produto inovador que viesse a contribuir para melhor qualidade de vida das pessoas, tomando como base os conhecimentos abordados em sala de aula e, outros, não vistos em aula. Por exemplo, sobre a *garrafa tecnológica*, o grupo mostrou preocupação com o meio tecnológico, relacionando explicações a situações do dia a dia. Conforme estudantes LB e UB: *“pensei em fazer uma garrafa que fosse diferente no formato e na função dela. Tipo assim, uma garrafa que dá para trocar no supermercado e aí não precisa jogar a embalagem fora. Legal seria se tivesse alguma coisa no mercado que desse para ir lá e só encher. [...] Ah, sora, vai ter também uns fios numa camada dentro interna da garrafa, que esquentam o leite e resfriam o leite. Assim sora, quando eu quiser tomar leite quente eu aperto aqui. Quando eu quiser frio, eu aperto aqui. Aí nesse visor ele mostra a temperatura”*.

Conforme Biembengut (2014, p. 17), para melhor formação dos estudantes, deve-se “[...] promover atividades que permitam aos estudantes ultrapassar imagens apreendidas, levando-os conceber outras imagens, delinear símbolos, estimulando a associação de ideias, compreensão”. Nesse mesmo intuito, Chassot (2007, p. 46) aponta que a Alfabetização Científica somente será feita quando o ensino:

[...] contribuir para a compreensão dos conhecimentos, de procedimentos e de valores que permitam aos estudantes tomar decisões e perceber tanto as muitas utilizadas da Ciência e suas aplicações na melhora da qualidade de vida, quanto as limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento.

Assim, ainda nesta segunda etapa da Modelação, *compreensão e explicitação*, identificou-se que os estudantes ficaram classificados entre os níveis 2 e 4. Pode-se considerar que, aproximadamente:

- 50% dos estudantes são alfabetizados cientificamente, passando do nível 2 para o nível 3 de *alfabetização e competência Científicas*. Os estudantes que permaneceram no nível 2 (25% dos estudantes) apresentaram dificuldades de explicar as questões mais elaboradas, aplicando seus conhecimentos. Esses estudantes, de modo geral, permaneceram na identificação de questões e na aquisição de informações.
- 25% do total de estudantes são *alfabetizados* cientificamente, indicando ter *competência* científica no que se refere a explicar fenômenos cientificamente, essa que é a segunda competência estabelecida pelo PISA, conforme INEP (2013b). Nessa *competência* os estudantes avançaram para o nível 4, pois com base em suas expressões, perpassando as fases do processo cognitivo, ficou evidenciado que, além de fazerem observações, formularam e verificaram hipóteses, gerando a compreensão. Ou seja, possuem *competência* científica ao explicar fenômenos cientificamente.

Para explicar um fenômeno é necessário que o estudante tenha compreensão desse fenômeno, sendo que a compreensão está diretamente relacionada ao modelo mental que o estudante possui sobre tal fenômeno. Desse modo, conforme Moreira (1996, p. 201):

A principal função do modelo mental é permitir ao seu construtor explicar e fazer previsões sobre o sistema físico que o modelo analogicamente representa. Tais previsões não implicam necessariamente ‘rodar’ o modelo [...], pois ele deve também permitir previsões resultantes de inferência direta [...].

3ª ETAPA: SIGNIFICAÇÃO E EXPRESSÃO

Nessa etapa objetivou-se promover aos estudantes melhor compreensão dos resultados obtidos, fazendo-se uma *interpretação* dos modelos, uma *avaliação* do resultado para validar ou não o modelo; isto é, levando-os a *significação* do *tema leite*. Para isso, possibilitou-se aos

estudantes refletir acerca das soluções obtidas a partir da identificação e da aplicação dos conceitos envolvidos, para, na sequência, expressar o modelo e respectivos resultados, propostas ou sugestões.

Na questão-guia, alguns estudantes, ao manifestarem suas conclusões, mostraram compreensão dos conteúdos, dando significado aos resultados obtidos. Isso fica evidenciado na fala do estudante PB, ao dizer que *“há sora, entendi. Olha só, se eu tenho 6 de proteína e 6 de gordura é como se tivesse 1 para 1. Aí como no desnatado não tem nada de gordura, eu tenho 6 de proteína e nada de gordura. Que nem do semidesnatado, tenho 6 de proteína e 2 de gordura. Humm, é o desnatado mesmo”*. Já para os estudantes LB e UB, que obtiveram o mesmo resultado, *“chegamos à conclusão de que a melhor opção de leite que contém menos gordura e mais proteínas é o leite desnatado, pois entre todos os tipos de leite ele tem menos gordura e proteína igualada a todos os outros”*.

Lorenzetti e Delizoicov (2001) comentam que os estudantes, de modo geral, não são ensinados a estabelecer relação crítica entre as situações do dia a dia e os conteúdos ensinados. Desse modo, destacam que os professores devem ensinar seus estudantes de tal maneira que entendam e consigam aplicar os conceitos científicos em situações cotidianas para, assim, tornarem-se pessoas cientificamente alfabetizadas.

Apenas no grupo de estudantes que elaborou o modelo de *garrafa tecnológica* e no grupo de estudantes que estruturou a ideia de um aplicativo para controlar fraudes no leite, identificou-se a quinta categoria de análise, pois nesse nível o estudante *“utiliza habilidades de pesquisa e relaciona conhecimentos e reflete criticamente sobre situações cotidianas e constrói explicações a partir de evidências baseadas em sua análise crítica”*.

Observa-se nos dizeres do estudante LB que, ao validar o modelo, disse: *“eu gostei de fazer, e hoje em dia tudo vem com bateria, com botões para controlar, programar e ligar no computador para fazer alguma coisa. Aí a gente pensou em fazer essa garrafa, pensando em como seria interessante para as pessoas. É útil também, para facilitar a vida das pessoas, como poder tomar leite quente em qualquer lugar sem pagar caro e levando de casa”*. Esses estudantes, durante o processo de Modelação, conseguiram aplicar, de modo geral, seus conhecimentos científicos, refletindo criticamente sobre situações do dia a dia, elaborando explicações com base em sua análise crítica.

Conforme o PISA, a Alfabetização Científica está relacionada à “[...] capacidade de o estudante ir além dos conhecimentos escolares, analisar, raciocinar e refletir ativamente sobre seus conhecimentos e experiências” (INEP, 2012, p. 19). Alfabetização e competência foi

alcançada, em nível 5 e parcialmente o nível 6, por aproximadamente 10% dos estudantes, pois com base na representação da compreensão desses estudantes, verificou-se que, além de relacionarem conhecimentos, eles refletiram criticamente sobre situações cotidianas e, a partir disso, realizaram explicações, significações e, por fim, expressões plausíveis, que são indícios da sexta categoria de análise.

Conforme Sasseron e carvalho (2008, p. 336), para promover Alfabetização Científica, é necessário:

proporcionar oportunidades para que os alunos tenham um entendimento público da ciência, ou seja, que sejam capazes de receber informações sobre temas relacionados à ciência, à tecnologia e aos modos como estes empreendimentos se relacionam com a sociedade e com o meio-ambiente e, frente a tais conhecimentos, sejam capazes de discutir tais informações, refletirem sobre os impactos que tais fatos podem representar e levar à sociedade e ao meio ambiente e, como resultado de tudo isso, posicionarem-se criticamente frente ao tema.

Ao finalizar esta análise, destaca-se que, embora os estudantes tenham avançado nas etapas da Modelação, chegando até a *significação e expressão*, a maioria dos estudantes permaneceu no nível 3 de Alfabetização e Competência Científicas. Esses estudantes avançaram, em termos de alfabetização e competência, mesmo que isso não tenha ocorrido de forma linear. Embora a maioria tenha alcançado o nível 3 da escala de proficiência para Alfabetização e Competência Científicas do PISA, considera-se um avanço, um primeiro passo a se chegar ao que se propõem em documentos. Avanço, em particular, por duas importantes razões:

- (1ª) Esta foi a primeira experiência de Modelação que a autora desta pesquisa teve. Além disso, leu a respeito do assunto, participou de um curso e teve orientações sobre o processo de Modelação. Daí a necessidade de aprender na medida em que preparava as atividades e as aplicava em aulas regulares do Ensino Fundamental.
- (2ª) Os estudantes, colaboradores (in)voluntários, no 7º ano, até então tinham vivenciado a forma ‘tradicional’ de ensino, em particular, na disciplina de Matemática; portanto, tiveram que assimilar a proposta e levar adiante, muitos apenas pela ‘obrigação’, pela ‘nota’.

A despeito dessas duas razões, os resultados mostraram-se satisfatórios. Conforme Biembengut (2014), na Modelação, objetiva-se que os estudantes consigam apreender os conhecimentos, desenvolvendo competência para ler e interpretar, além de formular e resolver as situações-problema. Considera, ainda, a Modelação como uma oportunidade de despertar o

senso crítico e criativo dos estudantes. E por esses dizeres, acredita-se que essa simples experiência vivenciada por eles, deve ter instigados seus sentidos criativos e, especialmente, os sentidos críticos no que diz respeito a outros métodos de ensino que não levam ao conhecimento. Conforme Biembengut (2014), métodos que apenas clamam suas atenções e, na sequência, memorizações que são esquecidas tão logo não as necessitem.

Nesse sentido, Burak (2004, p. 3-4) aponta que na utilização da Modelagem como estratégia para o ensino de Matemática na Educação Básica, “[...] o papel do professor fica redefinido, pois ele passa a se constituir no mediador entre o conhecimento matemático elaborado e o conhecimento do aluno ou do grupo. Isso se diferencia do ensino usual em que, na maioria das vezes, o professor é o centro do processo”. Conforme Meyer (2011, p. 58), na Modelagem, “[...] desde a escolha do tema, passando pela formulação, pela consciência do ‘precisar aprender’ e mesmo na crítica aos resultados obtidos, o sujeito do processo é o aluno”.

4.2 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A partir do desenvolvimento da atividade de Modelação, foi possível analisar a Alfabetização e Competência Científicas dos estudantes envolvidos durante as três etapas da mesma, uma vez que esse método favorece tal alfabetização.

Para a análise dos dados, que foi realizada de acordo com as três etapas da Modelação, foram estabelecidas categorias de análise com base na definição de Letramento Científico do PISA, conforme Inep (2013b) e nos estágios do processo cognitivo (Biembengut, 2002) para a formação de modelos mentais, conforme Johnson-Laird (1983). As categorias de análise estabelecidas para a verificação da Alfabetização e Competência Científicas dos estudantes durante as etapas da Modelação totalizaram seis, conforme apresentadas no mapa 18.

Assim, verificou-se na etapa 1, *percepção e apreensão*, que os estudantes mostraram Alfabetização e Competência Científicas no que se refere à identificação de questões científicas, ao apresentarem explicações científicas em contextos familiares e fornecerem conclusões com base em investigações simples. Desse modo, verifica-se o nível 2 de Alfabetização e Competência Científicas em todos os estudantes, sendo que, aproximadamente, 25% dos estudantes permaneceram nesse nível. Na etapa 2, *compreensão e explicitação*, os estudantes mostraram Alfabetização e Competência Científicas no que se refere à explicação de fenômenos, cientificamente. Assim, aproximadamente 50% dos estudantes avançaram para o nível 3 e 15% avançaram para o nível 4. Na etapa 3, *significação e expressão*, apenas 10% dos estudantes avançaram para o nível 5 de Alfabetização e Competência Científicas, sendo que nenhum estudante atingiu, por completo, o nível 6.

Conforme Biembengut (2014), as etapas da Modelação não ocorrem de forma linear. De acordo com a autora, na etapa 2 da Modelação, os estudantes perdem um pouco do interesse pela atividade, por se tratar da etapa mais desafiante que requer aplicação da Matemática para resolução de uma situação-problema. Nesta pesquisa, assim como descrito pela autora, a etapa 2 da Modelação foi a mais difícil para os estudantes e a professora.

Para o PISA, um estudante para ser considerado alfabetizado cientificamente, precisa encontrar-se, pelo menos, no nível 2 da escala de proficiência em Ciências (INEP, 2008). A partir da análise realizada, conclui-se que os estudantes das duas turmas de 7º ano do Ensino Fundamental, participantes desta pesquisa, atingiram o nível mínimo estabelecido pelo PISA, mostrando ter competência científica para identificar questões de mesmo cunho, sendo, portanto, considerados alfabetizados cientificamente.

Desse modo, considera-se que, ao analisar as expressões das ideias de Matemática e Ciências dos estudantes durante o processo de Modelação, buscando indícios de Alfabetização e Competência Científicas, possibilitou-se responder a questão de pesquisa desta dissertação: *Qual nível de Alfabetização e Competência Científicas as expressões dos estudantes alcançam?*

Destaca-se que, com base nos estágios do processo cognitivo, nas competências científicas e nos níveis de proficiência em Ciências, definidos pelo PISA, estabeleceram-se categorias de análise que possibilitaram analisar e concluir que os estudantes pesquisados encontram-se entre os níveis 2 e 5 de Alfabetização e Competência Científicas, ou seja, aproximadamente, 25% dos estudantes alcançaram o nível 2, 50% alcançaram o nível 3, 15% o nível 4 e 10% dos estudantes alcançaram o nível 5 de Alfabetização e Competência Científicas.

Conforme Biembengut (2009), resultados de pesquisa indicam que com a utilização da Modelação como método de ensino, os estudantes apresentam avanços em relação à aprendizagem, uma vez que são estimulados a representar a compreensão que possuem de determinado assunto.

Os resultados desta pesquisa foram obtidos a partir de um grupo específico de estudantes, sendo que esses resultados poderiam ter sido outros se o grupo de estudantes e as atividades fossem outras. Desse modo, nesse caso, a Modelação foi eficaz para aprendizagem dos estudantes, uma vez que desenvolveu neles competência para identificar, aplicar e compreender conhecimentos a fim de serem alfabetizados cientificamente.

Portanto, sugere-se que se bem “adotada” ou executada, a Modelação em Ciências e Matemática como método de ensino com pesquisa, pode ser considerada favorável para aprendizagem dos estudantes, contribuindo para o desenvolvimento da Alfabetização e Competência Científicas dos mesmos.

Por fim, recomenda-se que mais estudos sobre Alfabetização e Competência Científicas de Estudantes do Ensino Fundamental por meio da Modelação em Ciências e Matemática sejam realizados, uma vez que não existem trabalhos científicos publicados similares a este.

REFERÊNCIAS

- BAGNO, Marcos. **Pesquisa na escola**. 24. Ed., Editora Loyola: São Paulo, 2010.
- BASSANEZI, Rodney C. **Ensino - aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Editora Contexto: São Paulo, 2002.
- BASSANEZI, Rodney C. **Temas e Modelos**. Ed. do autor, Editora Universidade Federal do ABC, São Paulo, 2012.
- BICUDO, Maria A. Viggiani. Pesquisa qualitativa e pesquisa qualitativa segundo a abordagem fenomenológica. In: BORBA, Marcelo de C.; ARAÚJO, Jussara de L.(Org.). **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. 4. Ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2012. – Coleção Tendências em Educação Matemática.
- BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem Matemática como Método de ensino-aprendizagem de Matemática em cursos de 1º e 2º graus**. 1990. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 1990.
- _____. **Cognição e Modelos**. IV Simpósio de Educación Matemática, Chivilcoy, Argentina, 2002.
- _____. **Modelagem & Processo Cognitivo**. III Conferência Nacional de Modelagem e Educação Matemática – CNMEM. Piracicaba, 2003.
- _____. **Modelagem matemática & Implicações no Ensino e Aprendizagem de Matemática**. 2ª ed. Edifurb: Blumenau, 2004.
- _____. Modelling and Applications in Primary Education. In: Haines, C. et al. **Modelling and Applications in Mathematics Educacion**. New York: Springer, 2007, p.451-456.
- _____. **Mapeamento na Pesquisa Educacional**. Editora Ciência Moderna: Rio de Janeiro, 2008.
- _____. **30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais**. Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 7-32, 2009.
- _____. **Modelagem na Área de Ciências da Natureza e Matemática no Ensino Médio através de Mídia Digital**. Projeto de Pesquisa - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, 2010.
- _____. Concepções e Tendências de Modelagem Matemática na Educação Brasileira. In: **Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática**. Costa Rica. Ano 7, n. 10, p.195-204. 2012.

_____. **Modelagem Matemática no Ensino Fundamental**. Blumenau: Edifurb, 2014.

BLUM, Werner. Introduction for the un-Initiated Reader. In: **Modelling and Applications in Mathematics Education**– The 14 ICMI Study. Estados Unidos, 2007.

BLUM, Werner; NISS, Mogens; GALBRAITH, Peter. **Modelling and Applications in Mathematics Education**. New York: Springer, 2007

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação qualitativa em Educação: fundamentos, métodos técnicos**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BORGES, A. Tarciso. Modelos Mentais. In: XII Simpósio Nacional de Ensino de Física: Novos Horizontes. **Atas...** Belo Horizonte: UFMG, 1997. p. 71-89.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares nacionais: Matemática /Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília: MEC /SEF, 1998, 148p.

_____, **Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica**, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Conselho Nacional da Educação. Brasília: 2013. 542p.

_____, **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**: lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. 6. Ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2011. 43p. Série legislação, n.64.

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

_____. **A modelagem matemática e a sala de aula**. In: I Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática – I EPMEM. Anais, Londrina, 2004. Disponível em: <http://dionisioburak.com.br/documents/IEPMEM.pdf>. Acesso em: 23 maio 2013.

BYBEE, Rodger W. Achieving scientific literacy: using the National Science Education Standards to provide equal opportunities for all students to learn science. In: **The Science Teacher**. v. 62, n. 7, p. 28-33. Arlington: United States, oct. 1995.

CARAVITA, Silvia; TONUCCI, Francesco. Problemas metodológicos en la investigación sobre las representaciones mentales referidas a temas biológico-naturalistas en los niños de la escuela primaria. **Ensenanza de las ciencias**. v. 6, n. 2, p. 126 – 130, 1988.

CARTER, Rita. **O livro de Ouro da Mente**: o funcionamento e os mistérios do cérebro humano. Trad. Vera de Paula Assis. Rio de Janeiro: Ediouro, 2003.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização Científica**: questões e desafios para a educação. Ijuí: Ed. Unijuí, 2001.

_____. **Alfabetização Científica**: uma possibilidade para inclusão social. Revista Brasileira de Educação, Campinas, n. 22, p. 89-100, jan./abr. 2003.

_____. **Educação ConSciência**. 2. Ed. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2007.

CHILDE, V. Gordon. **A Evolução Cultural do Homem**. Rio de Janeiro: ZAHAR Editores, 4. Ed., 1966.

COSTA, Sayonara S. Cabral. **Modelos Mentais e Resolução de Problemas em Física**. 2005. 302f. Tese (Doutorado em Ciências)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

DURANT, John. O que é alfabetização científica? In: MASSARANI, Luisa; TURNEY, Jon; MOREIRA, Ildeu de Castro (Org.). **Terra Incógnita: a interface entre ciência e público**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2005. p. 13-26.

EYSENCK, Michael W.; KEANE, Mark. T. **Psicologia Cognitiva: um manual introdutório**. Trad. Wagner Gesser e Maria Helena Fanalti Gesser. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

FURIÓ, Carles; VILCHES, Amparo. **La Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria**. Barcelona: Horsori, 1997.

GEORGE, Dr. Frank. **Modelos de Pensamentos**. Trad. Mário Guerreiro. Petrópolis, RJ: Vozes, 1973.

GIL-PÉREZ, Daniel; VILCHES, Amparo. Educación Ciudadana y Alfabetización Científica: mitos y realidades. **Revista Iberoamericana de Educación**. n. 42, p. 31 – 53, 2006.

GRECA, Ileana Maria; MOREIRA, Marco Antonio. Un estudio piloto sobre representaciones mentales, imágenes, proposiciones y modelos mentales respecto al concepto de campo electromagnético en alumnos de Física General, estudiantes de postgrado y físicos profesionales. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 1, n. 1, p. 95 – 108, 1996.

GRECA, Ileana Maria; MOREIRA, Marco Antonio. **Além da detecção de modelos mentais dos estudantes: uma proposta representacional integradora**. In: *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 7, n.1, p. 31 - 53, 2002.

GRECA, Ileana Maria. Algumas metodologias para os estudos de modelos mentais. In: GRECA, Ileana Maria; SANTOS, Flávia Maria Teixeira. **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias**. 2. Ed, Ijuí: Editora Unijuí, 2011.

HARRISON, Allan G.; TREAGUST, David F. Secondary students' mental models of atoms and molecules: implications for teaching chemistry. **Science Education**, v. 80, n.5, p. 509-534, 1996.

INEP, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira-INEP. Resultados Nacionais – PISA 2006: Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Pisa). Brasília: 2008. 153p. Disponível em: http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/Relatorio_PISA2006.pdf. Acesso em 28 de jun. 2013.

_____; **Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA): Resultados nacionais – PISA 2009**. Brasília: 2012. 126p. Disponível em:

http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/documentos/2012/relatorionacionalpisa_2009.pdf. Acesso em 12 de ago. 2013.

_____ ; **Marcos Referencias:** matriz de avaliação de Matemática 2012, (2013a).

Disponível em:

<http://download.inep.gov.br/acoesinternacionais/pisa/marcosreferenciais/2013/matrizavaliacaomatematica.pdf>. Acesso em 10 dez. 2013.

_____ ; **Marcos Referencias:** matriz de avaliação de Ciências 2012, (2013b). Disponível em:

<http://download.inep.gov.br/acoesinternacionais/pisa/marcosreferenciais/2013/matrizavaliacaociencias.pdf>. Acesso em 10 dez. 2013.

_____ ; **Relatório Nacional PISA 2012:** resultados brasileiros. (2014). Disponível em:

http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2014/relatorio_nacional_pisa_2012_resultados_brasileiros.pdf. Acesso em 15 dez. 2014.

JOHNSON-LAIRD, P. M. **Mental Models:** Towards a cognitive science of language, inference and consciousness. Harvard University Press. Cambridge, MA, 1983.

KAISER, Gabriele. Modelling and Modeling Competencies in School. In: ICTMA, 12, 2005, London-UK. **Mathematical Modelling:** Education, Engineering and economics. Chichester-UK: Horwood Publishing, 2006. v. 1. p. 110-119.

KRASILCHIK, Myriam; MARANDINO, Martha. **Ensino de ciência e cidadania.** São Paulo: Moderna, 2007.

LAUGKSCH, Rudiger C. **Scientific Literacy:** a Conceptual Overview. John Wiley & Sons, Inc, p. 71-94, 1999.

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização Científica no Contexto das Séries Iniciais. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 1-17, jun. 2001.

MARINHO-ARAÚJO, Claisy M.; O desenvolvimento de Competências no ENADE: a mediação da avaliação nos processos de desenvolvimento psicológico e profissional. **Avaliação – Revista da Rede de Avaliação Institucional da Educação Superior**, v. 9, n. 4, p. 77-97, dez. 2004.

MEYER, João Frederico da Costa de Azevedo; CALDEIRA, Ademir Donizeti; MALHEIROS, Ana Paula dos Santos. **Modelagem Matemática na Educação.** Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011.

MILLER, John. D. **Scientific literacy:** A conceptual and empirical review. *Daedalus*, v. 112, n. 2, p. 29-48, 1983.

MILARÉ, Tathiane; RICETTI, Graziela Piccoli; ALVES FILHO, José de Pinho. Alfabetização Científica no Ensino de Química: uma Análise dos Temas da Seção Química e Sociedade da Revista Química Nova na Escola. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 165-171, ago. 2009.

MILLAR, Robin. Um Currículo de Ciências Voltado para Compreensão de Todos. **Rev. Ensaio: Revista de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 5, n. 2, p. 73 – 91, 2003.

MOREIRA, Marco Antônio. Modelos Mentais. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 3, p. 193-232, 1996. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci>. Acesso em 22 de set. de 2013.

MOREIRA, Marco Antônio; KREY, Isabel. **Dificuldades dos alunos na aprendizagem da lei de Gauss em nível de física geral à luz da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 3, p. 353-360. 2006.

NORMAN, Donald Arthur. Some observations on mental models. In: GENTNER, D.; STEVENS, A.L. **Mental models**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. p. 6-14, 1983.

PERRENOUD, Philipp. Construindo Competências. In: **Nova Escola (Brasil)**. Set. 2000a.

_____. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: ARTMED, 2000b.

PRAIA, João; GIL-PÉREZ, Daniel; VILCHES, Amparo. O Papel da Natureza da Ciência na Educação para Cidadania. **Revista Ciência e Educação**. v. 13, n.2, p. 141 – 156, 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**. v. 12, n. 36, p. 474 – 472. Set./dez. 2007.

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

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

SASSERON, Lúcia Helena. **Alfabetização Científica e documentos oficiais brasileiros**: um diálogo na estruturação do Ensino da Física. 2012. Disponível em: http://moodle.stoa.usp.br/file.php/1129/AC_e_documentos_oficiais_brasileiros.pdf. Acesso em: 13 nov. 2013.

SHAMOS, Morris H. **The Myth of scientific literacy**. Ed. University Press, New York, 1995.

SHEN, Benjamin S. P. Science Literacy. In: **American Scientist**. v. 63, p. 265-268. Maio/jun. 1975.

SOARES, Magda. **Letramento e alfabetização**: as muitas facetas. Revista Brasileira de Educação, n. 25, p. 5-17, 2004.

SOARES, Magda. **Letramento**: um tema em três gêneros. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

VOSNIADOU, Stella; BREWER, William. Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, v. 18, p. 123-183, 1994.

TESES, DISSERTAÇÕES E ARTIGOS ANALISADOS

BIEMBENGUT, Maria Salett. 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Revista Alexandria: Revista e Educação em Ciência e Tecnologia**. v. 2, n. 2, p. 7 – 32, jul. 2009.

CARAMELLO, Giselle Watanabe; MUNHOZ, Marcelo; STRIEDER, Roseline Beatriz; WATANABE; Graciella. Articulação Centro de Pesquisa – Escola Básica: contribuições para a alfabetização científica e tecnológica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 32, n. 3. 2010.

COLVARA, Laurence Duarte; VIEIRA JUNIOR, Niltom. Os modelos mentais de frações: como universitários lidam com conceitos fundamentais de matemática? **Revista Ciências e Cognição**. v. 15(1), p. 124 – 136, abril 2010.

COSTA, Sayonara Salvador Cabral. **Modelos Mentais e Resolução de Problemas em Física**. Tese de Doutorado. Porto Alegre: Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

FERNANDES, Rúbia Juliana Gomes; JUNIOR, Guataçara dos Santos. Modelagem matemática: um recurso pedagógico para o ensino de matemática. **Revista PRÁXIS**, ano IV, n. 8, agosto 2012.

FERRUZZI, Elaine Cristina. **Interações Discursivas e Aprendizagem em Modelagem Matemática**. 2011. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

MILARÉ, Tathiane; PINHO-ALVES, José. Ciências no nono ano do Ensino Fundamental: da disciplinaridade à alfabetização científica e tecnológica. **Rev. Ensaio: Revista de Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 12, n. 02, p. 101 – 120, mai/ago. 2010.

PEREIRA, V. A. **A Contaminação por chumbo em crianças, subsídios para ação educativa em alfabetização científica**, 2006. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, Unesp, Bauru, 2006.

RAMALHO, Flávia Alves. **Modelos mentais e representações analógicas de alunos da educação de jovens e adultos – EJA no Ensino de Ciências**. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica). Centro Federal de Educação Tecnológica. CEFET, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2009.

SELONG, Lisiane Milan. **Modelação Matemática e Alfabetização Científica da Educação Básica**. 2013. 169f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

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

SOUZA, Ednilson Sérgio Ramalho. A formação de modelos mentais em sala de aula. **Revista EXITUS**. v. 03, n. 01, p. 169 – 184, Jan/Jun. 2013.

TORTOLA, Emerson; ALMEIDA, Loudes Maria Werle. Reflexões a respeito do uso da modelagem matemática em aulas nos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista Brasileira Estudos Pedagógicos**. (*online*), Brasília, v. 94, n. 237, p. 619 - 642, maio/ago. 2013.

VERSUTI-STOQUE, Fabiana Maris. **Indicadores da alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental e aprendizagens profissionais da docência na formação inicial**. Tese de Doutorado. Bauru: Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, 2011.

VIECILI, Cláudia Regina Confortin. **Modelagem Matemática: uma proposta para o ensino da matemática**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Faculdade de Física, PUCRS, Porto Alegre, 2006.

ZUKAUSKAS, Nara Sílvia Tramontina. **Modelação matemática no ensino fundamental: motivação dos estudantes em aprender geometria**. Dissertação de mestrado. Porto Alegre: Faculdade de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2012.

APÊNDICE A – Autorização da Escola

ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL XXXXXXXXXXXX

SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO

Sra. Diretora

Eu, Cíntia Regina Fick, professora da Escola Municipal de Ensino Fundamental XXXXXXXX, venho solicitar à direção da escola, permissão para o desenvolvimento de uma atividade didática para coleta de dados empíricos para a pesquisa que está sendo desenvolvida pela solicitante, junto ao Curso de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS).

O objetivo da pesquisa é analisar a Alfabetização e Competência Científicas de estudantes de 7º ano do Ensino Fundamental durante o processo de Modelação na Educação. Ressalta-se que na Alfabetização Científica tem-se como objetivo levar os estudantes a compreender conhecimentos científicos, saber aplicá-los e pensar sob uma perspectiva científica. A Modelação na Educação é um método de ensino com objetivo de ensinar os conteúdos curriculares e orientar os estudantes à pesquisa.

O tema das atividades será o ‘leite’ e estas serão desenvolvidas durante as aulas de Matemática, com início em agosto/2014 e duração prevista de dois meses. Ressalta-se que o objetivo das atividades é desenvolver conteúdos previstos no programa curricular.

Os instrumentos utilizados para a coleta de dados consistem na aplicação das atividades previstas e observações feitas pela professora/pesquisadora. Além disso, serão tiradas algumas fotos dos trabalhos feitos pelos estudantes. Ressalta-se que o rosto dos educandos não será exposto nas fotos, bem como o nome deles e da escola não será divulgado no texto elaborado a partir desta pesquisa.

Grata pela atenção. Solicito a autorização.

CÍNTIA REGINA FICK

Canoas, agosto de 2014.

APÊNDICE B – Autorização dos pais

ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL XXXXXXXXXXXX

SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO

Srs. Responsáveis

Eu, Cíntia Regina Fick, professora da Escola Municipal de Ensino Fundamental XXXXXX, venho por meio deste documento, comunicar o desenvolvimento de atividades durante as aulas de Matemática como parte da pesquisa de Mestrado desenvolvida pela professora/pesquisadora junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS).

O objetivo da pesquisa é analisar a Alfabetização e Competência Científicas de estudantes de 7º ano do Ensino Fundamental durante o processo de Modelação na Educação. O tema das atividades será 'leite' e estas serão desenvolvidas durante as aulas de Matemática, com início em agosto/2014 e duração prevista de dois meses. Ressalta-se que o objetivo das atividades é desenvolver conteúdos previstos no programa curricular e orientar os estudantes à pesquisa.

Durante as atividades serão tiradas algumas fotos dos trabalhos feitos pelos estudantes. Ressalta-se que o rosto dos educandos não será exposto nas fotos, bem como o nome deles não será divulgado no texto elaborado a partir desta pesquisa.

Informo que a pesquisa conta com a autorização da Direção da Escola de Ensino Fundamental XXXXXXXX. Os pais que desejarem esclarecimentos sobre a pesquisa podem agendar horário com a professora junto à Direção da escola.

Grata pela atenção. Solicito a autorização.

Professora Cíntia Regina Fick

AUTORIZAÇÃO

Eu, _____, responsável pelo estudante _____ da turma _____ declaro estar ciente da pesquisa e autorizo a participação do estudante.

ASSINATURA DO RESPONSÁVEL

1ª ETAPA: PERCEPÇÃO E APREENSÃO

CONHECENDO O UNIVERSO DO LEITE

Objetivo: Sensibilizar e familiarizar-se com o tema “leite”.

Apresentação de slides

ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL
XXXXX XXXXX

DISCIPLINA DE MATEMÁTICA

Conhecendo o Universo do Leite

PROF. CÍNTIA REGINA FICK

Canoas, agosto de 2014.



1

PROPOSTA DIDÁTICA

Conhecendo o Universo do Leite

Objetivo: Conhecer e estudar assuntos referentes ao “Universo do Leite”.

Vídeo:
<http://www.youtube.com/watch?v=gVSLtbInO4g>



2

Levantamento de questões e/ou sugestões para estudo

- Baixa qualidade do leite no Brasil;
- Condições sanitárias;
- Dados estatísticos sobre a produção de leite;
- Dados estatísticos sobre o número de produtores rurais;
- Dados estatísticos sobre exportação de leite;
- Consumo de leite por pessoa no Brasil;
- Consumo de leite recomendado pela OMS;
- Relação consumo/desenvolvimento;
- Renda mensal;
- Composição do leite;
- Tipos de leite;
- Derivados do leite;
- Árvore genealógica do leite;
- Vitaminas;
- Dificuldades na produção de leite;
- Encarecimento da produção de leite;
- Raça das vacas.



3

Assuntos que serão estudados

- Composição do leite;
- Tipos de leite;
- Nutrientes.



4

Problema:

Considerando os diferentes tipos de leite, qual a melhor opção para quem deseja consumir menos gordura e mais proteínas?

Questões:

- Quais são os componentes do leite?
- Qual a respectiva quantidade de cada componente presente no leite?
- Quais os tipos de leite produzidos?



5

Atividades

Atividade 1: O que é leite?

Atividade 2: Qual a composição do leite?

Atividade 3: Quais os diferentes tipos de leite?

Atividade 4: Qual o teor de gordura presente no leite integral, desnatado e semi-desnatado?

Atividade 5: Qual a quantidade de proteína presente em cada tipo de leite?



6

*Então,
vamos conhecer
melhor o Universo
do Leite???*



Apresentação de vídeos

- ✓ Universo do leite: reportagem exibida no Globo Rural
Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gVSLtbInO4g>
- ✓ Leite legal: programa produção de leite de qualidade
Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=aeMTtY42OfU>
- ✓ Cadeia produtiva do leite
Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=xFu5csxQQNE>

ATIVIDADE INICIAL (Questionário)

Sabe-se que o leite tem significativa importância em nossas vidas. Está presente no dia a dia de alguma maneira. Seja na forma líquida ou sólida, mantendo suas propriedades ou não. Está no café da manhã da maioria das pessoas, na fazenda, na prateleira do supermercado como derivados, entre outros. A maneira como nos é apresentado pode ser a mais variada possível, e nós, geralmente, fazemos uso dele para algum fim.

A ingestão do leite é considerada muito importante para a saúde em todas as fases da vida do ser humano, pois contém nutrientes que são necessários, por exemplo, para construção dos tecidos, cabelos, unhas e demais partes do corpo. Combate à anemia fornecendo energia e fortalecendo os ossos. Em contrapartida, algumas pessoas defendem que a ingestão do leite não traz tantos benefícios à saúde, pelo contrário, poderia até ser prejudicial para algumas pessoas por desencadear reações alérgicas devido aos componentes físico-químicos do leite.

Nesse sentido, pensando nos benefícios que o leite traz para saúde, e considerando os diferentes tipos de leite que são produzidos, responda as questões a seguir:

Qual a melhor opção de leite para quem deseja consumir menos gordura e mais proteínas, considerando os diferentes tipos de leite?

Quais são as características físico-químicas do leite?

Quais os tipos de leite produzidos e comercializados?

Qual a quantidade de proteína e gordura presente em cada tipo de leite?

Como é o funcionamento de uma propriedade rural produtora de leite?

Qual o percurso do leite até chegar a sua casa?

Quando falamos em “Leite”, o quê vem a sua mente?

TEXTO PARA DISCUSSÃO

Leite: tomar ou não tomar?

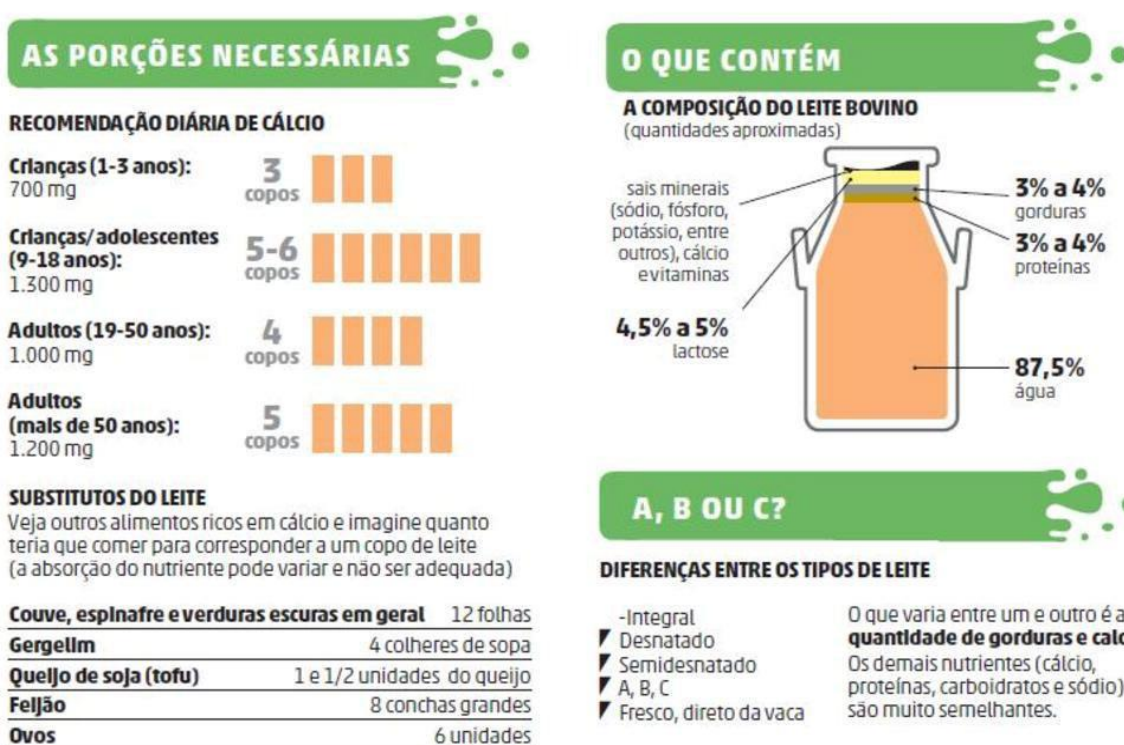
Jaqueline Sordi
Guilherme Justino

Enquanto as pesquisas apontam para todos os lados, o consumidor se sente perdido na hora de incluir ou não o alimento na dieta.

Maior fonte de nutrientes nos primeiros meses de vida, símbolo de uma infância saudável e de uma velhice sadia, o leite durante muito tempo foi considerado parceiro fundamental de uma dieta balanceada.

Nos últimos anos, entretanto, o homem parece não estar muito certo do papel que este alimento tem em sua vida. Cercado de mitos, acusado de ser desnecessário e prejudicial em algumas situações, com denúncias de fraude envolvendo sua qualidade, o leite parece estar sub judice de um verdadeiro “tribunal científico”.

Enquanto as pesquisas apontam para todos os lados, o consumidor se sente perdido na hora de optar por incluir ou não o alimento na dieta.



Veja os principais argumentos de cada lado:

Contra:

Estudos recentes que relacionam o consumo de leite com diversas doenças — que vão desde alergias ao desenvolvimento do câncer de mama e de próstata — são os principais argumentos de especialistas e consumidores que defendem a restrição ou até a eliminação da bebida do cardápio.

Conforme o nutricionista e farmacêutico Gabriel de Carvalho, introdutor da nutrição funcional no Brasil, enquanto o leite materno é um alimento completo e importante na formação da massa óssea de crianças, o leite de vaca não apresenta os mesmos benefícios, e, segundo sua experiência clínica, está associado a distúrbios em diversas partes do corpo.

— Faço testes com todos os meus pacientes e, para a maioria, recomendo eliminar o leite do cardápio. Isso não é um modismo, é o resultado de novas descobertas científicas que promovem mudanças no comportamento alimentar. Infelizmente, o leite faz mal para muitas pessoas — relata.

Estudos indicam que cerca de 70% da população brasileira apresenta algum tipo de intolerância ao açúcar do leite. Isso ocorre pela redução na atividade da lactase, a enzima que digere esse açúcar e que se dá, na maioria das vezes, com o avanço da idade.

Como consequência, as pessoas que consomem leite e seus derivados apresentam sintomas como enjoo, inchaço abdominal e problemas digestivos.

Não tão debatida mas até mais comum que a intolerância à lactose, está a hipersensibilidade, ou alergia tardia às proteínas do leite. Para a nutricionista Denise Carreiro, autora de livros sobre o tema, o organismo humano tem dificuldade de digerir algumas proteínas da bebida, em especial a betalactoglobulina e a caseína, o que pode gerar, com o consumo constante do alimento, processos inflamatórios e doenças que, logo de cara, nem pensamos em relacionar com o leite.

— As proteínas do leite de vaca podem causar rinite, bronquite, alergias de pele e ainda outros distúrbios como agitação, ansiedade e depressão. Não existem exames bioquímicos no Brasil que avaliem esse tipo de alergia tardia aos alimentos — comenta a especialista.

A favor:

Para a nutricionista Tatiana Maraschin, chefe da Seção de Nutrição Clínica do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, a recomendação de retirar o leite do cardápio de todos

não é apropriada, já que a bebida tem propriedades muito importantes para a alimentação, e só deve ser excluída da dieta em casos específicos.

A especialista explica que, apesar de a porcentagem de intolerantes chamar a atenção, os números não têm aumentado ao longo do tempo:

— Cada vez tem se estudado mais sobre o assunto, e os exames para detectar a intolerância têm ficado mais acessíveis, por isso os números chamam a atenção. Mas existem diversos graus de intolerância, e muitas pessoas, mesmo que apresentem esse quadro, podem seguir consumindo determinadas quantidades de lactose, seja do leite ou de seus derivados. Elas podem, inclusive, optar por consumir um leite com baixa lactose. O principal é garantir a ingestão e absorção corretas de cálcio em cada faixa etária.

Tatiana ressalta que o câncer é multifatorial e associá-lo ao consumo de leite é uma simplificação. Sua posição é reforçada pela nutricionista Maria Terezinha Oscar Govinatzki, presidente do Sindicato dos Nutricionistas no Rio Grande do Sul. Segundo a especialista, a importância do leite não está somente na alta quantidade de cálcio que contém — fundamental para manter a massa óssea do corpo e evitar doenças como a osteoporose na fase adulta —, mas sim na biodisponibilidade deste componente, ou seja, no quanto a pessoa consegue absorvê-lo do alimento.

— O leite é um alimento completo, rico em nutrientes essenciais com enorme número de estudos científicos e epidemiológicos que comprovam o seu benefício para todas as faixas etárias. Ele protege o organismo prevenindo uma série de patologias comprovadamente — resume Maria Terezinha.

Reportagem divulgada dia 01/08/2014 no Jornal Zero Hora de Porto Alegre.

Disponível em: <http://zh.clicrbs.com.br/rs/vida-e-estilo/vida/noticia/2014/08/leite-tomar-ou-nao-tomar-4565083.html>

- ✓ **Discussão**
- ✓ **Laboratório de Informática para familiarização com o tema leite.**

2ª ETAPA: COMPREENSÃO E EXPLICITAÇÃO

Apresentação da questão guia (situação-problema):

Qual a melhor opção de leite para quem deseja consumir menos gordura e mais proteínas, considerando os diferentes tipos de leite?

Para que essa questão seja respondida, é necessário estabelecer algumas questões secundárias para auxiliar na solução da mesma. Assim, têm-se as seguintes questões:

- *Quais são os componentes físico-químicos do leite?*
- *Quais os tipos de leite produzidos e comercializados?*
- *Qual a quantidade de proteína e gordura presente em cada tipo de leite?*

✓ Discussão com os estudantes

Observação:

A partir das questões propostas acima, serão desenvolvidas algumas atividades que subsidiarão a solução dessas questões.

Atividade 1: Produção e processamento de leite

Atividade 2: Composição do leite

Atividade 3: Tipos de leite

Atividade 4: Gordura presente no leite

Experimento 1: Identificação da gordura do leite

Atividade 5: Proteína presente no leite

Experimento 2: Identificação da proteína presente no leite

Atividade 1: Produção e processamento de leite

Objetivo: Buscar informações sobre como é a produção e o processamento do leite até chegar ao supermercado.

Atividade 2: Composição do leite

Objetivo: Elaborar, a partir das informações obtidas, um esquema sobre a composição do leite.

Atividade 3: Tipos de leite

Objetivo: Elaborar um quadro elencando os diferentes tipos de leite e as características de cada um deles.

TIPO DE LEITE	CARACTERÍSTICAS

Recursos:

- apresentação de documentário “Qualidade na produção leiteira” produzido pela Embrapa – Gado de Leite;
- laboratório de informática;
- biblioteca.

Sites sugeridos:

- ✓ Embrapa: www.embrapa.br
- ✓ Serviço Nacional de Aprendizagem Rural: <http://www.senar.org.br>
- ✓ Emater: www.emater.br
- ✓ Ministério da Saúde: www.saude.gov.br
- ✓ Ministério da Agricultura: www.agricultura.gov.br
- ✓ Centro de Inteligência do Leite: <http://guernsey.cnpgl.embrapa.br>
- ✓ Ciência do Leite: <http://www.cienciadoleite.com.br>
- ✓ Leite Brasil: <http://www.leitebrasil.org.br/>

Atividade 4: Gordura presente no leite

Objetivo: Identificar a partir do experimento 1 a gordura presente no leite e elaborar um quadro indicando a gordura presente em cada tipo de leite.

Vídeo: Análise de Gordura pelo Método de Gerber para Leite, disponível no site: <https://www.youtube.com/watch?v=W4Qb5hBXgfQ>.

Método extração líquido-líquido da gordura do leite

Extracção da gordura do leite 🧪🔬🧴



Separação de Fases



Recolha da fase superior



Gordura e Xileno



Gordura

Objectivos

Extracção líquido-líquido da gordura de um leite.

Informação

A extracção por solvente é utilizada quando se pretende retirar uma substância de uma mistura homogénea que apresente diferentes solubilidades num determinado solvente.

Material	Produtos/Reagentes
- Ampola de decantação de 250 ml - Cápsula de porcelana - Gobelé - Provetas de 10 e 25 ml - Pompete ou macrocontrolador de pipeta	- Leite gordo do dia - 1,4 - dimetilbenzeno (xileno)

Experiência a realizar na hotte

Procedimento experimental

- 1 - Medir 25 ml de leite numa proveta e transferir para uma ampola de decantação de 250 ml.
- 2 - Adicionar 10 ml de xileno ao leite na ampola de decantação, tapar e agitar vigorosamente.
- 3 - Colocar a ampola no suporte, destapar e aguardar a separação das duas fases.
- 5 - Recolher a fase inferior (fase aquosa) e desprezá-la.
- 6 - Recolher a fase superior (solução da gordura do leite em xileno) numa cápsula de porcelana cuja massa tenha sido previamente determinada.
- 7 - Deixar evaporar o solvente, na hotte, e determinar a massa de gordura presente na amostra.

Fonte: Banco Internacional de Objetos Educacionais:
<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/15489>

Experimento 1: Identificação da gordura

Material necessário:

- 250 ml de leite de cada tipo
- 100 ml Dimetilbenzeno (xileno)
- Béquer ou Balão Volumétrico ou Vasilha de vidro

Descrição do experimento:

- Em um recipiente, juntar a amostra de leite com o xileno e agitar muito;
- Deixar descansar até a gordura do leite ficar evidenciada na superfície;
- Observar a gordura evidenciada.

Ficha para entregar:

Integrantes do grupo: _____

Descreva os procedimentos que foram realizados neste experimento.

O que foi possível observar a partir do experimento realizado?

Quadro com quantidade de gordura:

Para preencher o quadro deve-se procurar os valores correspondentes em sites da internet que sejam confiáveis.

TIPO DE LEITE	TEOR DE GORDURA (g)

Atividade 5: Proteína presente no leite

Objetivo: Identificar a partir do experimento 2 a proteína presente no leite e elaborar um quadro representando os respectivos valores de proteína presente em cada tipo de leite.

Experimento 2: Identificação da proteína presente no leite

Material necessário:

- 250 ml de leite
- 10 ml de vinagre
- 2 pedaços de pano fino
- 2 béqueres de 250 ml (ou vasilhas de vidro)
- Sistema para aquecimento (tripé com tela refratária, bico de gás)

Descrição do experimento:

- Aquecer o leite em um dos béqueres até ficar morno;
- Acrescentar vinagre até formar grumos brancos;
- Coar (esses grumos brancos são uma proteína chamada caseína) e o líquido restante (soro) deve ser aquecido novamente (até ferver por alguns minutos e formar novos grumos);
- Coar (os grumos são outra proteína chamada albumina);
- Observar a quantidade de proteína.

Ficha para entregar:

Integrantes do grupo: _____

Descreva os procedimentos que foram realizados neste experimento.

O que foi possível observar a partir do experimento realizado?

Quadro com quantidade de proteína:

Para preencher o quadro deve-se procurar os valores correspondentes em sites da internet que sejam confiáveis.

TIPO DE LEITE	QUANTIDADE DE PROTEÍNA (g)

Hipóteses e expressão dos dados

Objetivo: Levantar hipóteses para solução da questão proposta, expressando os dados obtidos nas atividades realizadas sobre os tipos de leite e a respectiva quantidade de gordura e proteína presente no leite.

TIPO DE LEITE	PROTEÍNA (g)	GORDURA (g)

Desenvolvimento de conteúdos

Objetivo: Desenvolver os conteúdos de Matemática e Ciências que compõem o programa curricular e são necessários para solucionar o problema inicial.

Formulação do modelo: solução

Objetivo: Obter modelo para solução do problema inicial.

Interpretação e avaliação do modelo

Objetivo: Interpretar os resultados e decidir qual é a melhor opção de leite para quem deseja consumir menos gordura e mais proteína.

3º ETAPA: SIGNIFICAÇÃO E EXPRESSÃO

Expressão e validação do modelo

Objetivo: Validar o modelo obtido para determinar a melhor opção de leite para quem deseja consumir menos gordura e mais proteína.

Observação: Para validar o modelo, deve-se repetir o processo utilizando os dados fornecidos nas tabelas nutricionais impressas nas embalagens de cada tipo específico de leite.

Números racionais

Identificação dos números racionais

Você já ouviu falar em números racionais? Eles estão presentes em nosso cotidiano. Leia a notícia a seguir para ter um exemplo da utilização dos números racionais.



Leite tem o menor custo entre as proteínas

O aumento de renda dos brasileiros permitiu boa evolução no consumo de leite nos últimos dez anos. Mesmo assim, e apesar de o produto ter o menor custo para os consumidores entre as proteínas animais, o consumo nacional per capita fica abaixo dos padrões mundiais recomendados.

"Estamos em situação melhor do que há dez anos. O consumo nacional é de 167 litros per capita por ano, mas a recomendação do Ministério da Saúde é de 200 litros por pessoa", disse Jorge Rubez, presidente da Leite Brasil, uma associação nacional de produtores de leite.

Estudo feito pela Leite Brasil constatou que o valor de cada 100 gramas de leite custa R\$ 0,28 para o consumidor, enquanto o mesmo volume de carne bovina - a mais cara - custa R\$ 2,18, ou seja, aproximadamente $\frac{1}{8}$ do custo da carne bovina. O faturamento da cadeia de leite deverá atingir R\$ 47,5 bilhões neste ano, 5% mais do que o faturamento do ano passado. A evolução se deve à alta dos preços no setor.

Adaptado de: LEITE tem o menor custo entre as proteínas. Por Mauro Zafalon. Ciência do Leite. 2011. Disponível em: <http://www.cienciadoleite.com.br/?action=2&n=943>

A partir da leitura da notícia acima, é possível identificar alguns números racionais.

São eles: 167; 200; 100; 0,28; 2,18; $\frac{1}{8}$; 47,5; 5.

*Qualquer número que pode ser escrito como quociente de dois números inteiros, em que o divisor é diferente de zero, é chamado de **número racional**.*

A utilização dos números racionais se estende a diversas situações do dia a dia como, por exemplo:

1) Movimentação de conta corrente. Observe o quadro abaixo:

Movimentação	Saldo
-----	+ R\$ 161,04
Depósito de R\$ 141,27	+ R\$ 302,31
Retirada de R\$ 37,89	+ R\$ 264,42
Retirada de R\$ 199,90	+ R\$ 64,52
Retirada de R\$ 129,00	- R\$ 64,48
Retirada de R\$ 39,90	- R\$ 104,38
Depósito de R\$ 200,00	+ R\$ 95,62



2) Variação de temperatura. Observe que o termômetro está marcando 10,4 graus Celsius.

Agora é sua vez...

Converse com seus colegas e encontre mais exemplos do cotidiano em que são utilizados números racionais.

Conjunto dos números racionais

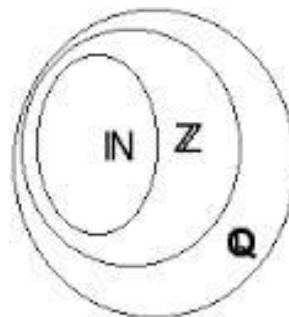
O conjunto formado por todos os números racionais é indicado pela letra Q. Assim, o conjunto Q é formado por todos os números que podem ser escritos na forma de fração, com denominador diferente de zero. Assim, simbolicamente Q é representado por:

$$Q = \left\{ \frac{a}{b}, \text{ sendo que } a \text{ e } b \text{ são números inteiros e } b \neq 0 \right\}$$

Relação entre os conjuntos dos números *Naturais*, *Inteiros* e *Racionais*.

Observe o diagrama a seguir:

Todo número natural é também inteiro e racional.



Exemplos: $\frac{1}{4}$; $-\frac{5}{6}$; $\frac{3}{2}$; $-\frac{10}{20}$; 1,5; - 17,856; 0,25; 1,99; -15; +15

Agora é sua vez...

Marque os números racionais com um “x”:

- () 1,555
- () -1
- () 0,333...
- () 2777,001
- () 25,585858...
- () 389
- () - 1,45
- () 0,25
- () $\frac{12}{6}$
- () $\frac{1}{4}$

Comparação de dois números racionais

Observe os exemplos de comparação de números racionais a seguir:

Comparar dois números significa dizer se o primeiro é maior do que (>), menor do que (<) ou igual (=) ao segundo número.

a) $-\frac{3}{4} < +\frac{1}{2}$

b) $0 > -4,1$

c) $+\frac{5}{7} > +\frac{4}{7}$

d) $\frac{1}{2} = 0,5$

Agora é a sua vez...

- 1) Faça uma comparação dos números correspondentes às situações a seguir:
- a) 4,3°C abaixo de zero e 4,1°C acima de zero.
 - b) 0,7 m abaixo do nível do mar e 1m acima do nível do mar.
 - c) 2,25ml de leite e 2,255ml de leite.
 - d) $\frac{1}{4}$ do total da área desmatada e 0,25 do total da área desmatada.
 - e) Saldo positivo de R\$ 23,71 e saldo negativo de R\$ 23,71.

Operações com números racionais

Adição e subtração de números racionais

Lembrando que a adição e subtração de números racionais são baseadas nos conhecimentos de adição e subtração de frações, números decimais e números inteiros.

Observe a situação abaixo:

Na cidade de Canoas, durante uma manhã de inverno, o termômetro indicava 2,5°C abaixo de zero e durante o dia subiu 6°C, passando para 3,5°C.

Na forma decimal, indicamos assim:

$$(-2,5) + (+6) = +3,5$$

Na forma fracionária, indicamos assim:

$$\left(-\frac{5}{2}\right) + (+6) = +3,5$$

Outros exemplos de adição e subtração com números racionais:

$$\text{a) } \left(+\frac{3}{4}\right) + \left(-\frac{2}{3}\right) = \left(+\frac{9}{12}\right) + \left(-\frac{8}{12}\right) = \frac{(+9)+(-8)}{12} = \frac{+1}{12}$$

$$\text{b) } (-2,55) + (-34,1) = -36,65$$

$$\text{c) } (-81,023) - (-2,37) = (-81,023) + (+2,37) = (-78,653)$$

$$\text{d) } \left(+\frac{5}{6}\right) - \left(+\frac{1}{2}\right) = \left(+\frac{5}{6}\right) + \left(-\frac{1}{2}\right) = \left(+\frac{5}{6}\right) + \left(-\frac{3}{6}\right) = \frac{(+5)+(-3)}{6} = +\frac{2}{6} = +\frac{1}{3}$$

Agora é a sua vez...

1) Calcule as somas:

$$\text{a) } \left(+\frac{4}{5}\right) + \left(-\frac{1}{2}\right) =$$

$$\text{b) } \left(+\frac{3}{4}\right) - \left(-\frac{1}{8}\right) =$$

$$\text{c) } \left(-\frac{6}{7}\right) - \left(-\frac{1}{2}\right) =$$

$$\text{d) } \left(-\frac{9}{2}\right) + \left(-\frac{8}{3}\right) =$$

$$\text{e) } (+0,0012) + (-12,759) =$$

$$\text{f) } (-41,78) + (-8,971) =$$

$$\text{g) } (-10,001) + (-112,9) =$$

2) Efetue as subtrações:

$$\text{a) } \left(+\frac{2}{5}\right) - \left(-\frac{2}{3}\right) =$$

$$\text{b) } \left(+\frac{4}{7}\right) - \left(-\frac{3}{2}\right) =$$

$$\text{c) } \left(+\frac{6}{5}\right) - \left(-\frac{7}{2}\right) =$$

$$\text{d) } \left(+\frac{3}{8}\right) - \left(-\frac{1}{6}\right) =$$

$$\text{e) } (+44,74) - (-11,911) =$$

$$\text{f) } (-0,0001) - (-33,49) =$$

Multiplicação de números racionais

Acompanhe os exemplos a seguir:

- a) $\left(+\frac{5}{8}\right) \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) = -\frac{5 \cdot 1}{8 \cdot 2} = -\frac{5}{16}$
b) $\left(-\frac{4}{3}\right) \cdot \left(-\frac{7}{6}\right) = +\frac{4 \cdot 7}{3 \cdot 6} = +\frac{28}{18} = +\frac{14}{9}$
c) $(+1,2) \cdot (-11,11) = -13,332$
d) $(-23,12) \cdot (-0,001) = +0,02312$

Lembrando que a multiplicação de números racionais é baseada nos conhecimentos de multiplicação de frações, números decimais e números inteiros.

Agora é a sua vez...

1) Determine os produtos:

- a) $\left(+\frac{6}{5}\right) \cdot \left(-\frac{2}{7}\right) =$
b) $\left(-\frac{3}{5}\right) \cdot \left(-\frac{7}{3}\right) =$
c) $\left(+\frac{5}{4}\right) \cdot \left(+\frac{2}{3}\right) =$
d) $(+1,22) \cdot (+2,51) =$
e) $(-8,7) \cdot (+0,01) =$
f) $(-4,41) \cdot (-11,008) =$

Divisão de números racionais

Acompanhe os exemplos abaixo:

- a) $\left(+\frac{1}{2}\right) : \left(-\frac{5}{6}\right) = \left(+\frac{1}{2}\right) \cdot \left(-\frac{6}{5}\right) = -\frac{1 \cdot 6}{2 \cdot 5} = -\frac{6}{10} = -\frac{3}{5}$
b) $\left(-\frac{4}{3}\right) : \left(-\frac{7}{9}\right) = \left(-\frac{4}{3}\right) \cdot \left(-\frac{9}{7}\right) = +\frac{4 \cdot 9}{3 \cdot 7} = +\frac{36}{21} = +\frac{12}{7}$
c) $(-44,394) : (+1,47) = -30,2$
d) $(-18,067) : (-2,9) = +6,23$

A divisão de números racionais é baseada nos conhecimentos de divisão de frações, números decimais e números inteiros.

Agora é a sua vez...

1) Calcule o valor das divisões:

a) $\left(+\frac{6}{5}\right) : \left(-\frac{1}{2}\right) =$

b) $\left(-\frac{3}{8}\right) : \left(-\frac{6}{3}\right) =$

c) $\left(-\frac{1}{21}\right) : \left(+\frac{1}{7}\right) =$

d) $(-1,2) : (-0,6) =$

e) $(+18) : (-0,2) =$

f) $(-22,22) : (+0,1) =$

Aplicações

1) João reservou $\frac{1}{5}$ de seu salário para gastar com lazer e $\frac{1}{4}$ para alimentação. Que fração de seu salário João reservou para gastos com lazer e alimentação?

2) Observe o quadro com temperaturas em três cidades da região metropolitana de Porto Alegre:

Cidade	Canoas	São Leopoldo	Novo Hamburgo
Temperatura Máxima	9,3°C	5,9°C	7,4°C
Temperatura Mínima	1,2°C	-2,3°C	-1,6°C

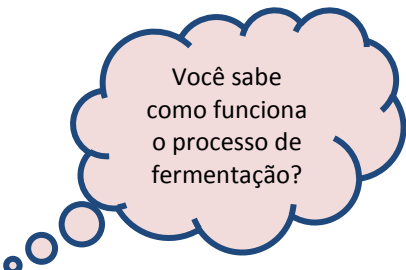
a) Qual é a diferença entre a temperatura máxima e mínima em cada uma das três cidades?

b) Em qual cidade a diferença de temperatura foi maior?

3) Cássia quer fazer um pão caseiro e, segundo receita de sua avó, é necessário $250ml$ de leite morno com uma colher ($10,5g$) de açúcar para acelerar o efeito do fermento biológico (2 colheres), entre outros

ingredientes. Cássia resolveu fazer duas receitas e meia. Quais são as novas medidas de leite, açúcar e fermento? E se Cássia quisesse fazer apenas meia receita, quanto leite, açúcar e fermento seria necessário?

4) Adriana deseja tomar $100ml$ de leite integral e Márcio $500ml$. Eles querem saber quanto de proteína e gordura (totais e saturadas) cada um vai ingerir. Para isso, buscaram ajuda na tabela nutricional impressa na embalagem de leite do tipo UHT Integral. Ajude Adriana e Márcio a encontrar a solução.



Você sabe como funciona o processo de fermentação?

Proporcionalidade

A ideia de razão

Observe o exemplo:

- 1) Na sala de aula do 7ºA tem 12 meninas e 20 meninos. A razão entre o número de meninas e o número de meninos, nessa ordem, é dada por:

$$\frac{12}{20} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5}$$

Ou seja, para cada três meninas na sala de aula, tem 4 meninos. A razão entre o número de meninas e meninos é de 3 para 4 ou, ainda, pode-se dizer que o número de meninas corresponde a $\frac{3}{4}$ do número de meninos.

Sendo a e b dois números racionais, com $b \neq 0$, denomina-se razão entre a e b ou de a para b o quociente $\frac{a}{b}$.

- 2) Um desconto de 9 mil reais sobre um preço de 20 mil reais representa quantos por cento?

A razão entre duas quantidades pode ser expressa na forma de fração, de porcentagem ou de número decimal.

$$\frac{9}{20} = \frac{45}{100} = 0,45 = 45\%$$

- 3) Em um copo foram misturados 200 ml de leite desnatado, 100 ml de água, três colheres de café solúvel e 5 colheres de açúcar para fazer um café com leite cremoso. Qual é a razão de água para leite nessa receita?
- 4) No item anterior, qual a razão de café para açúcar presente nessa receita?

Agora é a sua vez...

- 1) Para um determinado experimento são necessários 200ml de glicerina e 800ml de soda cáustica. Qual é a razão da quantidade de glicerina para soda cáustica?
- 2) Em um torneio de futebol, uma equipe acumulou 42 pontos dos 60 disputados. Qual foi, em porcentagem, o índice ou a taxa de aproveitamento dessa equipe?
- 3) Após um dia de jogo de futebol foram coletados 900kg de lixo que estavam espalhados em frente ao estádio do Beira Rio em Porto Alegre. Desse lixo coletado, 350kg eram de garrafas de plástico. A quantidade de garrafas de plástico representa quantos por cento do total de lixo recolhido?

A ideia de proporção

Observe o exemplo:

Conforme visto anteriormente, na turma 7^oA a razão entre o número de meninas e o número de meninos é de $\frac{3}{5}$. Na turma 7^oB (composta de 15 meninas e 25 meninos) a razão entre o número de meninas e o número de meninos é de $\frac{15}{25} = \frac{3}{5}$.

Observe que a razão entre o número de meninas e o número de meninos é o mesmo nas duas turmas. Nesse caso, dizemos que as duas razões formam uma proporção.

Indicamos por: $\frac{12}{20} = \frac{15}{25}$ e lemos “12 está para 20 assim como 15 está para 25”.

Proporção é uma igualdade entre duas razões, ou seja, se duas razões são iguais, elas formam uma proporção. Assim, se a razão entre os números a e b é igual à razão entre os números c e d , dizemos que $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ é uma proporção.

Lê-se: a está para b assim como c está para d .

Os números a , b , c e d são chamados de **termos** da proporção. a e d são chamados de **extremos** e b e c são os **meios**.

Outro exemplo:

- 1) As razões $\frac{2}{10}$ e $\frac{6}{30}$ são iguais, pois ambas valem 0,2. Assim, temos a proporção $\frac{2}{10} = \frac{6}{30}$, em que os números 2 e 30 são os extremos e os números 10 e 6 são os meios. Lemos essa proporção da seguinte maneira “2 está para 10 assim como 6 está 30”.

PROPRIEDADE FUNDAMENTAL DAS PROPORÇÕES:

Em toda proporção, o produto dos extremos é igual ao produto dos meios. Ou seja, se $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ é uma proporção, então $a \cdot d = b \cdot c$.

Exemplo:

Considere a proporção: $\frac{12}{20} = \frac{15}{25}$

Temos:

$$12 \cdot 25 = 300 \text{ (Produto dos extremos)}$$

$$20 \cdot 15 = 300 \text{ (Produto dos meios)}$$

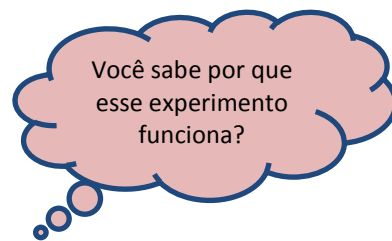
Desse modo, verificamos a propriedade fundamental das proporções, ou seja, o produto dos extremos é igual ao produto dos meios.

Agora é a sua vez...

Elabore junto com seus colegas dois exemplos em que seja possível verificar a propriedade fundamental das proporções.

Aplicações

- 1) Adicionando-se cinco gotas de solução de iodo de farmácia a 10 ml de leite é possível detectar se existe adição de amido no leite. Mariana verificou que só tinha $\frac{1}{4}$ das gotas de iodo que necessitava. Para o experimento funcionar, qual a nova quantidade de leite necessária?



Lista de exercícios

Aplicações

- 1) Cássia quer fazer um pão caseiro e, segundo receita de sua avó, é necessário 250ml de leite morno com uma colher (10,5g) de açúcar para acelerar o efeito do fermento biológico (2 colheres), entre outros ingredientes. Cássia resolveu fazer duas receitas e meia. Quais são as novas medidas de leite, açúcar e fermento? E se Cássia quisesse fazer apenas meia receita, quanto leite, açúcar e fermento seria necessário?

Como funciona o processo de fermentação?

- 2) Adriana deseja tomar 100ml de leite integral e Márcio 500ml. Eles querem saber quanto de proteína e gordura (totais e saturadas) cada um vai ingerir. Para isso, buscaram ajuda na tabela nutricional impressa na embalagem de leite do tipo UHT Integral. Ajude Adriana e Márcio a encontrar a solução.

	QUANTIDADE POR PORÇÃO Porção de 200ml (1 copo)	% VD(*)
Valor Energético	120kcal = 504kJ	6%
Carboidratos	9,4g	3%
Proteínas	6,1g	8%
Gorduras Totais	0,0g	12%
Gorduras Saturadas	4,6g	20%
Gorduras Trans	0g	-
Fibra Alimentar	0g	0%
Sódio	160mg	7%
Cálcio	280mg	25%
Ferro	0mg	0%
Vitamina A	190mcg RE	31%
Vitamina D	2,0mcg	40%

* Valores Diários de referência com uma dieta de 2.000kcal ou 8.400kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

Leite Integral, estabilizantes: citrato de sódio, trifosfato de sódio, difosfato de sódio, monofosfato de sódio e vitaminas A e D. NÃO CONTÉM GLUTEN.

- 3) Na tabela nutricional, é possível verificar que, em cada 200ml de leite integral tem:
Valor calórico: 120 kcal
Proteínas: 6,1 g
Se um bebê toma 4 mamadeiras de 250ml por dia, qual o valor calórico de sua alimentação? Quantas gramas de proteínas são ingeridas pelo bebê?

- 4) Deseja-se dividir 2 litros de leite em tigelas de 0,250 litros. Quantas tigelas são necessárias?
- 5) A alimentação equilibrada é um fator importante para o bom desempenho de um atleta e as proteínas são fundamentais para o atleta. A tabela abaixo indica a quantidade de proteína que um atleta deve ingerir de acordo com seu peso. Calcule os valores, aproximados, que estão faltando na tabela abaixo.

Peso (kg)	Quantidade de proteína (g/dia)
60	105
82,5	
	150
95	

- 6) Explique porque as proteínas são importantes na alimentação das pessoas?
- 7) O que são calorias?
- 8) A gordura é importante na alimentação das pessoas? Ela exerce alguma função?

APÊNDICE E – Datas dos encontros e número de períodos de aulas.

ETAPAS DA MODELAÇÃO	ENCONTROS	DATAS E Nº DE PERÍODOS DE AULA EM CADA TURMA
1ª ETAPA: PERCEPÇÃO E APREENSÃO	1º e 2º encontros com cada turma	19/08 (2 períodos 7ªA e 7ªB), 20/08 (2 períodos 7ªA) e 22/08 (2 períodos 7ªB)
2ª ETAPA: COMPREENSÃO E EXPLICITAÇÃO	3º e 4º encontros com cada turma	26/08 (2 períodos 7ªA e 7ªB), 27/08 (2 períodos 7ªA) e 29/08 (2 períodos 7ªB)
	5º e 6º encontros com cada turma	09/09 (2 períodos 7ªB), 10/09 (2 períodos 7ªA) e 16/09 (2 períodos 7ªA e 7ªB)
	7º encontro com cada turma	17/09 (2 períodos 7ªA) e 19/09 (2 períodos 7ªB)
	8º encontro com cada turma	24/09 (2 períodos 7ªA) e 26/09 (2 períodos 7ªB)
	9º encontro em cada turma	Descrição 30/09 (2 períodos em cada turma)
	10º encontro com cada turma	01/10 (2 períodos 7ªA) e 03/10 (2 períodos 7ªB)
	11º, 12º e 13º encontros com cada turma	07/10 (2 períodos 7ªA e 7ªB), 08/10 (2 períodos 7ªA), 10/10 (2 períodos 7ªB) e 14/10 (2 períodos 7ªA e 7ªB)
	14º encontro com cada turma	15/10 (2 períodos 7ªA) e 17/10 (2 períodos 7ªB)
3ª ETAPA: SIGNIFICAÇÃO E EXPRESSÃO	15º encontro com cada turma	21/10 (1 períodos 7ªA e 7ªB)
	15º encontro em cada turma	21/10 (1 períodos 7ªA e 7ªB)
2ª ETAPA: COMPREENSÃO E EXPLICITAÇÃO	16º encontro com cada turma	04/11 (2 períodos em cada turma)
	17º e 18º encontros com cada turma	05/11 (2 períodos 7ªA), 07/11 (1 período 7ªA e 3 períodos 7ªB – um período em cada turma foi cedido pelas professoras de história e de educação física)
	19º e 20º encontros com cada turma	11/11 (2 períodos 7ªA e 7ªB), 12/11 (3 períodos 7ªA e 1 período 7ªB – um período em cada turma foi cedido pela professora de inglês) e 14/11 (2 períodos 7ªB)
3ª ETAPA: SIGNIFICAÇÃO E EXPRESSÃO	21º encontro com cada turma	18/11 (2 períodos 7ªA e 7ªB)