

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

LISIANE MILAN SELONG

**MODELAÇÃO MATEMÁTICA E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DA
EDUCAÇÃO BÁSICA**

Porto Alegre

2013

LISIANE MILAN SELONG

**MODELAÇÃO MATEMÁTICA E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DA
EDUCAÇÃO BÁSICA**

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

Orientadora: Dra. Maria Salett Biembengut

Porto Alegre

2013

CIP – Catalogação na Publicação

S467m Selong, Lisiane Milan
Modelação matemática e alfabetização científica da
educação básica / Lisiane Milan Selong. – 2013.
169 f. : il. color.; 30 cm.

Orientação: Dra. Maria Salett Biembengut.

Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e
Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio
Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Matemática (Ensino
fundamental). 3. Modelagem. I. Biembengut, Maria Salett,
1956-, orientadora. II. Título.

CDU 51:37

Catalogação: Bibliotecária Marciéli de Oliveira - CRB 10/2113

Dedico a minha querida família, minha mãe, Maria de Fátima, por ter-me ensinado a ser uma pessoa de bem; ao Rubian, por sempre me apoiar e incentivar, e a todos os amigos que torceram para que eu concluísse mais esta etapa.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Profa. Dra. Maria Salett Biembengut, pelas orientações, sugestões, contribuições e críticas, por dedicar seu tempo e compartilhar seus conhecimentos, que foram muito importantes para realizar este trabalho.

À direção e coordenação da escola em que trabalho, pelo incentivo e pela confiança ao autorizarem o desenvolvimento da aplicação desta pesquisa.

Aos estudantes que colaboraram e participaram desta pesquisa, por dedicar seu tempo para contribuir com este trabalho, por terem sido atenciosos e receptivos ao convite.

RESUMO

Esta pesquisa de mestrado teve como objetivo analisar a alfabetização científica de estudantes de Ensino Fundamental e Médio por meio da Modelagem Matemática na Educação. Os procedimentos metodológicos dividem-se em quatro etapas, denominadas Mapas, a saber: mapa de identificação, mapa teórico, mapa de campo e mapa de análise. No mapa de identificação constam os dados e as informações que justificam a escolha do tema, o pressuposto, a identificação do problema, as questões de pesquisa, os objetivos e os procedimentos metodológicos. No mapa teórico apresentam-se as teorias que deram suporte à pesquisa referente à Modelagem Matemática, Modelagem Matemática na Educação, Alfabetização Científica e Letramento Científico. O mapa de campo dispõe da elaboração e aplicação do material didático para a coleta dos dados e a organização dos materiais coletados. A coleta dos dados aconteceu em dois momentos: inicialmente, fez-se uma aplicação com quatro turmas do 1º ano do Ensino Médio – totalizando 122 estudantes, de uma escola do interior do Rio Grande do Sul, sendo a docente a autora desta pesquisa; na sequência, realizou-se a aplicação da mesma modelação com um grupo de estudantes voluntários da 6ª série do Ensino Fundamental na mesma escola do grupo anterior em horário extraclasse – esse grupo iniciou com 15 estudantes e nove concluíram as atividades. No mapa de análise, realizou-se o estudo qualitativo dos dados e fez-se a interação entre o mapa teórico e o mapa de campo, o que possibilitou verificar em quais níveis de alfabetização científica os estudantes se encontravam nas três fases da modelação. Identificou-se que os estudantes não se classificaram apenas em um nível durante a modelação e que apresentaram progressos durante as três fases de modelação.

Palavras-chave: Modelagem Matemática na Educação. Alfabetização Científica. Letramento Científico. Educação Básica.

ABSTRACT

This Master thesis was aimed at analyzing the scientific alphabetization of students in primary and secondary education through the Mathematical Modeling in Education. The methodological procedures are divided into four stages, called maps, to know: Identification Map, Theoretical Map, Field Map and Analysis Map. Identification Map contains: data and information justifying the theme choice, the presupposition, identification of the problem, research questions, objectives and methodological procedures. Theoretical map shows the theories that supported the research concerning: Mathematical Modeling, Mathematical Modeling in Education, Scientific Alphabetization and Scientific Literacy. In the field map was performed the elaboration and application of didactic material for the collection of data and the organization of the collected materials. The data collection occurred in two stages: initially did application with four classes of first year of high school - totaling 122 students from a school in the interior of Rio Grande do Sul, being the teacher the author of this research; in sequence, was performed its modeling application with a group of volunteer students from sixth grade elementary in the same school group previous in extra-time class - this group started with 15 students and 9 concluded the activities. In analysis map was performed qualitative analysis of the data and made the interaction between the theoretical map and field map, which enabled to verify in which levels of scientific alphabetization students were in the three phases of modeling. It was found that students did not qualify only at a level during the modeling and have shown progress during the three phases of modeling.

Keywords: Mathematical Modeling in Education. Scientific Alphabetization. Scientific Literacy. Basic Education.

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Mapa de Identificação	15
Mapa 2 – Níveis de proficiências em Ciências – PISA	28
Mapa 3 – Etapas e subetapas do processo de Modelagem.....	34
Mapa 4 – Processo de Modelagem conforme Andrade (1989)	35
Mapa 5 – Definições similares sobre Modelagem Matemática na Educação	44
Mapa 6 – Pontuações similares sobre Alfabetização Científica.....	51
Mapa 7 – Artigos sobre Modelagem Matemática na Educação	58
Mapa 8 – Artigos sobre Alfabetização Científica.....	62
Mapa 9 – Dissertações sobre Modelagem Matemática na Educação	66
Mapa 10 – Tese e dissertação sobre Alfabetização e Letramento Científico.....	72
Mapa 11 – Categorias de análise	131

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Planificações das embalagens desenvolvidas pelos estudantes	90
Figura 2 – Verificando a quantidade de material da embalagem	92
Figura 3 – Trabalho sobre área de figuras planas e polígonos	94
Figura 4 – Orientações para o portfólio	97
Figura 5 – Forma ideal para a embalagem	98
Figura 6 – Portfólios das embalagens	101
Figura 7 – Embalagens criadas pelos estudantes	102
Figura 8 – Dados e informações sobre embalagens coletados pelos estudantes	106
Figura 9 – Estudantes realizando atividades sobre retas	108
Figura 10 – Planificação do hexaedro	112
Figura 11 – Planificação do prisma de base retangular	113
Figura 12 – Planificação do prisma de base triangular	114
Figura 13 – Planificação do cilindro	116
Figura 14 – Estudantes realizando as planificações dos sólidos	117
Figura 15 – Estudantes elaborando o projeto das suas embalagens	120
Figura 16 – Estudantes produzindo suas embalagens	121
Figura 17 – Avaliação dos modelos das embalagens e percepção de conceitos matemáticos	124
Figura 18 – Portfólios e imagens das embalagens produzidas	125

LISTA DE SIGLAS

BDTD – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

LDB – Lei de Diretrizes e Bases

OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais

PISA – Programa Internacional de Avaliação de Estudantes

PUCRS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica

SCIELO – *Scientific Eletronic Library*

MEMORIAL

Apresento¹, no início desta dissertação, trechos da minha trajetória como estudante de escolas públicas na Educação Básica, na cidade de Passo Fundo (Rio Grande do Sul); de estudante da graduação de Matemática-LP em 2009; como educadora de estudantes do Ensino Fundamental e Médio desde 2011 e como estudante do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS).

Meu caminho como estudante iniciou em 1994 no Ensino Fundamental. Lembro-me muito bem das aulas da 1ª série, da minha professora e dos conteúdos que ela ensinava. Começo a lembrar de como eram as minhas aulas e o que vem em minha memória são momentos de aprendizagem das letras do alfabeto, aquelas letras eram tão interessantes e a professora as tornava mais ainda do modo como nos ensinava. Recordo-me, também, das aulas de matemática nesta série, aquelas “continhas” me chamavam muita atenção e pareciam sempre muito fáceis. Foi uma série importante para a minha formação, sentia-me segura para utilizar esses conteúdos em situações fora da escola.

Sempre tive um grande interesse pela disciplina de matemática, tinha facilidade para aprender e gostava dos desafios impostos por ela. Em 2002, como estudante da 1ª série do Ensino Médio, tive um professor de Matemática que mostrava muito prazer em ministrar aquelas aulas. Lembro-me dos conteúdos que ele ensinava e até dos exercícios que fazíamos. Percebo que os conhecimentos ensinados por esse professor realmente me faziam sentido e que me fizeram progredir naquela série, pois realmente aprendi aqueles conteúdos. Foram nesses instantes que fui escolhendo a profissão que queria exercer. Na 3ª série do Ensino Médio, escolhi o curso de Matemática – Licenciatura Plena. O que eu queria era ser professora de Matemática.

Durante a graduação de Matemática, algumas questões começaram a me inquietar em relação ao ensino. Ouvia muitas pessoas dizendo que a disciplina de Matemática era sempre ensinada da mesma forma, que os estudantes não gostavam, pois não sabiam se em algum dia de suas vidas iriam utilizar aqueles conteúdos. Essas inquietações me faziam buscar maneiras e encontrar caminhos para tentar ensinar Matemática de uma forma que os conteúdos fizessem sentido para os estudantes e que conseguissem utilizá-los em suas vidas, para que

¹ Diante do caráter subjetivo desta apresentação, optou-se pelo uso do verbo na primeira pessoa do singular. Após a apresentação, emprega-se o verbo na forma impessoal.

todos tivessem vontade de estudar matemática e não apenas aqueles que tivessem a intenção de cursar Engenharia, por exemplo.

Durante a graduação, cursei quatro disciplinas denominadas Metodologias do Ensino I, II, III e IV. Nessas disciplinas, eram ensinados e discutidos métodos de ensino para que pudessemos utilizar em nossas futuras aulas. Recordo-me claramente das aulas da Metodologia do Ensino II, na qual a professora era comprometida com seus estudantes. Em todas as atividades que propunha, ela nos orientava e nos ensinava para que tivéssemos clareza e certeza dos conceitos e da forma como deveríamos ensiná-los. Após a realização dessa disciplina, consigo identificar que aquelas aulas e a forma como a professora utilizava os métodos de ensino em suas aulas tiveram bons resultados em minha formação.

Após concluir a graduação, em 2009, como eu ainda não trabalhava como professora de matemática, tinha apenas a certeza de que não queria parar de estudar, sobremaneira na área da Educação Matemática. Na universidade onde fiz a graduação e nas outras da região não foram abertas turmas para especialização na minha área de interesse nesse período. Por isso, cursei a disciplina Seminário Avançado: Educação matemática: linguagem e formação de conceitos, como aluna especial do Mestrado em Educação da Universidade de Passo Fundo. Nessa disciplina, na qual a professora era a mesma da disciplina Metodologia do Ensino II, cursada na graduação, realizei uma busca de informações sobre Modelagem Matemática na Educação e tive certeza que se houvesse a oportunidade gostaria de fazer uma pesquisa sobre esse tema.

Antes de trabalhar como professora em escola, já ministrava aulas particulares para alunos do Ensino Fundamental e Médio desde 2008. Aprendi muito com essas aulas, pois, apesar de ser diferente de lecionar em uma sala de aula, elas me mantiveram atualizada, sempre buscava saber mais para poder ensinar meus estudantes. Em 2010 ainda não trabalhava como docente e, assim mesmo, resolvi me inscrever para a prova de mestrado da PUC, sem saber se poderia cursar, mas buscava melhorar minha formação, com a mesma vontade que tinha quando iniciei a graduação.

Em fevereiro de 2011, fui contratada em uma escola particular de Passo Fundo para ministrar aulas de Matemática e Desenho Geométrico. Nesse momento, tive a certeza de que poderia e queria ainda mais cursar o mestrado, pois sabia que seria muito importante para minha profissão buscar formas de melhorar as aulas ministradas aos meus estudantes. No início das aulas do Mestrado, soube do trabalho da professora Maria Salett com Modelagem Matemática e, quando tivemos de “escolher” um professor para nos orientar, não tive dúvida

de que escolheria ela, pois, pelo pouco conhecimento que tinha sobre Modelagem Matemática, sabia que era sobre esse tema que eu gostaria de pesquisar.

As disciplinas estudadas no Mestrado contribuíram para a minha formação científica. Já ao final do primeiro ano do mestrado, sentia-me mais madura em relação a diversos assuntos aprendidos e discutidos durante as aulas. Além disso, as atividades propostas nas aulas exigiram muito de mim, fazendo com que eu tivesse de buscar muitas informações e estudar muito para melhorar e progredir.

Com minha orientadora, ainda no primeiro ano do Mestrado, escolhemos o tema para a realização da pesquisa. Um tema que integrasse a compreensão e conhecimento de como está o ensino de Matemática e o método de ensino Modelação Matemática. Para realizar a pesquisa, passei a aprender a pesquisa, buscando conceitos e definições sobre o tema, para compreender e, após, conseguir desenvolvê-la.

Hoje, ao finalizar esta dissertação, recordo-me da minha primeira apresentação de trabalho no mestrado e do primeiro trabalho escrito, atividade realizada na disciplina ministrada pela minha orientadora. Percebo o progresso que obtive nesses dois anos, como passei a pensar diferente sobre alguns assuntos, a aprender e a compreender de forma diferente, como algumas questões que pareciam tão difíceis estão tão claras hoje. Tenho a certeza de que esses trechos de que me recordo contribuíram para a minha formação acadêmica e, mais ainda, para a minha alfabetização científica.

ESTRUTURA DA PESQUISA

Esta pesquisa está estruturada, em quatro capítulos da seguinte forma:

- Capítulo 1 – *Mapa de identificação*: nesse mapa constam objetivos e fundamentos dos documentos oficiais que regulamentam o ensino de matemática e ciências no Ensino Fundamental e Médio no Brasil, além de resultados das últimas avaliações do PISA em matemática e ciências, que justificam a escolha do tema; os conceitos e as definições sobre Modelagem Matemática na Educação, tema central e Alfabetização Científica, suportes à análise da pesquisa; o pressuposto; as questões de pesquisa; os objetivos e os procedimentos metodológicos. Este capítulo divide-se em duas etapas: *1.1 Alfabetização Científica e Letramento na Educação Básica*; *1.2 Procedimentos Metodológicos da Pesquisa*.
- Capítulo 2 – *Mapa teórico*: apresentam-se conceitos e definições das teorias que deram suporte à pesquisa na coleta e análise dos dados empíricos, respectivamente: Modelagem Matemática, Letramento Científico e Alfabetização Científica, além do resumo de pesquisas recentes similares a este estudo. O capítulo está assim disposto: *2.1 Teoria suporte para obtenção de dados empíricos – modelagem e modelação matemática*; *2.2 Teoria suporte para análise dos dados empíricos – alfabetização e letramento científico*; *2.3 Produções recentes – busca das produções recentes sobre ambos os temas, não necessariamente juntos*.
- Capítulo 3 – *Mapa de campo*: apresentam-se os estudantes participantes da pesquisa, o local da aplicação, os instrumentos de coletas de dados e a descrição dos encontros com os estudantes. O texto divide-se em três etapas: *3.1 Descrição das atividades realizadas com o grupo 1*; *3.2 Descrição das atividades realizadas com o grupo 2*; *3.3 Considerações finais sobre o capítulo*.
- Capítulo 4 – *Mapa de análise*: neste capítulo foi feita a integração entre o mapa teórico e o mapa de campo, isto é, estabelecidas as relações entre os dados empíricos e os conceitos e definições sobre Modelagem Matemática na Educação e Alfabetização e Letramento Científico. Está dividido em duas etapas: *4.1 Análise das aplicações de Modelação com o tema Embalagens* e *4.2 Conclusão e recomendações*.

SUMÁRIO

1	MAPA DE IDENTIFICAÇÃO	15
1.1	ALFABETIZAÇÃO E LETRAMENTO CIENTÍFICO NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	16
1.2	LETRAMENTO E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	18
1.3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	23
1.3.1	Mapa Teórico	24
1.3.2	Mapa de Campo	25
1.3.3	Mapa de Análise	27
2	MAPA TEÓRICO	30
2.1	TEORIA SUPORTE PARA OBTENÇÃO DOS DADOS EMPÍRICOS: MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO	31
2.1.1	Modelagem Matemática: conceitos e definições	31
2.1.2	Modelagem Matemática na Educação: propostas	35
2.1.3	Finalidade de utilizar a Modelagem Matemática na Educação	44
2.2	TEORIA PARA ANÁLISE DE DADOS EMPÍRICOS: ALFABETIZAÇÃO E LETRAMENTO CIENTÍFICO	46
2.2.1	Alfabetização e Letramento Científico: conceitos e definições	47
2.2.2	Alfabetização e Letramento Científico na Educação	51
2.2.3	Alfabetizar Cientificamente	54
2.3	PRODUÇÕES RECENTES.....	58
2.3.1	Artigos: Modelagem Matemática no Ensino Fundamental e Médio.....	58
2.3.2	Artigos: Alfabetização Científica no Ensino Fundamental e Médio.....	62
2.3.3	Tese e Dissertações: Modelagem Matemática na Educação.....	66
2.3.4	Tese e Dissertação: Alfabetização e Letramento Científico	72
2.4	CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO	75
3	MAPA DE CAMPO	78
3.1	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES REALIZADAS COM O GRUPO 1.....	79
3.2	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES REALIZADAS COM O GRUPO 2.....	103
3.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO.....	125
4	MAPA DE ANÁLISE	131
4.1	ANÁLISE DAS APLICAÇÕES DE MODELAÇÃO COM O TEMA EMBALAGENS	132
4.2	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	144
	REFERÊNCIAS	148
	APÊNDICE A - AUTORIAÇÃO	153
	APÊNDICE B – ATIVIDADES EXTRAS	154

1 MAPA DE IDENTIFICAÇÃO

Neste capítulo apresenta-se o mapa de identificação e o reconhecimento dos espaços desta pesquisa: campo onde os dados foram obtidos e analisados. A partir desse mapa, é possível identificar quais os dados coletados e a forma como foram obtidos, além de uma tentativa de compreender outras informações sobre o campo da pesquisa.

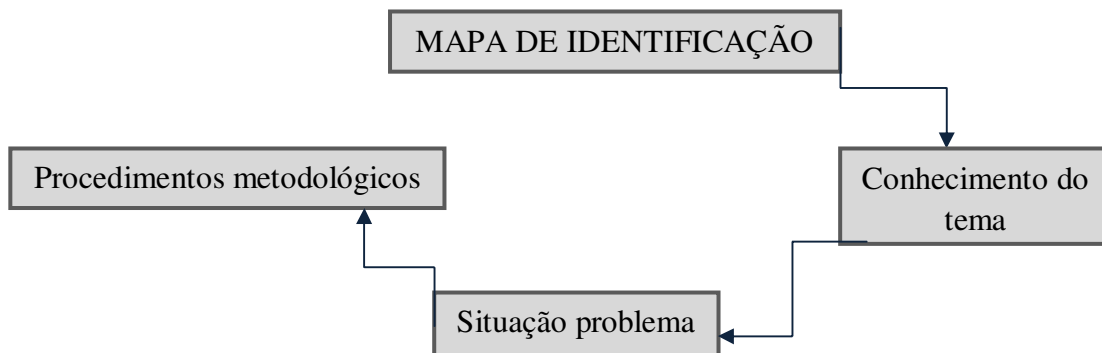
Conforme Biembengut (2008, p. 79), o mapa de identificação

consiste em identificar e reconhecer o campo em que o objeto está inserido: identificação de entes (pessoas, coisas, objetos), fontes, caminhos a serem percorridos, sequências de ações ou etapas no processo de pesquisa e reconhecimento da origem, da natureza e das características dos dados que serão a estrutura da descrição e da explicação do fenômeno ou da questão.

Assim, constam os dados e as informações que justificam a escolha do tema, os conceitos e definições sobre Modelagem Matemática na Educação, tema central e Alfabetização Científica, suportes à análise da pesquisa, o pressuposto, as questões de pesquisa, os objetivos e os procedimentos metodológicos: a forma e o lugar onde os dados foram coletados e as concepções e teorias que deram suporte para a análise destes.

Esses dados organizam-se, neste capítulo, em duas etapas: *1.1 Alfabetização Científica e Letramento na Educação Básica*; *1.2 Procedimentos Metodológicos da Pesquisa*. Os esquemas, tabelas, quadros, ou seja, as formas de apresentar dados e informações importantes para a pesquisa de forma resumida recebem o nome de mapas. O mapa 1 ilustra a estrutura deste capítulo.

Mapa 1 – Mapa de Identificação



Fonte: Elaborado pela autora.

1.1 ALFABETIZAÇÃO E LETRAMENTO CIENTÍFICO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Uma pessoa vive em diversos espaços educativos: família, grupos sociais, escola, por exemplo. Na escola, em particular, orienta-se para que o conhecimento propicie aos estudantes uma forma que possam usá-lo em suas atividades profissionais futuras e pessoais. Conforme Demo (2000), um dos sentidos da educação é favorecer aos estudantes a formação da competência, isto é, o estudante deixa de ser o objeto de ensino e passa a fazer parte do processo. Para a formação de uma pessoa competente, é preciso que ela seja crítica ao interpretar os conhecimentos aprendidos e consiga formular hipóteses e pensar sobre esses conhecimentos (DEMO, 2000). Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) expressam como ensino de qualidade (1997, p. 24)

[...] uma prática educativa adequada às necessidades sociais, políticas, econômicas e culturais da realidade brasileira, que considere os interesses e as motivações dos alunos e garanta as aprendizagens essenciais para a formação de cidadãos autônomos, críticos e participativos, capazes de atuar com competência, dignidade e responsabilidade na sociedade em que vivem.

Conforme o sítio eletrônico do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2011), “para serem aprendizes efetivos por toda a vida, os jovens precisam de uma base sólida em domínios-chave, e devem ser capazes de organizar e gerir seu aprendizado, o que requer consciência da própria capacidade de raciocínio e de estratégias e métodos de aprendizado.”

Conforme a Lei de Diretrizes e Bases (LDB), n. 9.394 de 1996, a Educação Básica divide-se em Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio; segundo o artigo 22, essa etapa da Educação escolar tem como finalidade favorecer ao estudante formação que lhe permita o exercício da cidadania, além de progressão no trabalho e nos estudos posteriores.

No que diz respeito à formação dos estudantes, a LDB (1996) promulga no artigo 32 que um dos objetivos do Ensino Fundamental é formar o estudante para que seja capaz de compreender seu ambiente natural e social, o sistema político, a tecnologia, as artes e os valores que regem a sociedade. No artigo 36 da LDB, é promulgado que o currículo do Ensino Médio deve destacar a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura, a língua portuguesa como meio de acesso ao conhecimento e exercício da cidadania. Além disso, as metodologias e as formas de avaliação devem ser organizadas de uma forma que, ao término do Ensino Médio, o estudante possua domínio sobre os princípios científicos e tecnológicos que orientam a produção atual.

A finalidade da Educação escolar, conforme expressa nos PCNs (1997), é propiciar meios para que os estudantes desenvolvam suas capacidades, inserindo-se no dia a dia de questões sociais e que aprendam conteúdos para construírem maneiras de compreender a realidade e de participar de relações sociais, políticas e culturais.

Ao concluir o Ensino Fundamental, espera-se, conforme o artigo 32 da LDB, que o estudante adquira o domínio da leitura, da escrita e do cálculo, de conhecimentos e habilidades e formação de atitudes e valores, além de vínculos fortalecidos com a família e atitudes de solidariedade humana, necessários à vida social. No Ensino Médio, a etapa final da Educação Básica, conforme artigo 35 da LDB, espera-se que o estudante tenha aprimorado os conhecimentos aprendidos no Ensino Fundamental, favorecendo a continuação da sua formação acadêmica. O Ensino Médio tem a responsabilidade de preparar o estudante para o trabalho, para a escolha profissional, para o exercício da cidadania e para o entendimento da ciência e tecnologia, apoiados na ética, na autonomia intelectual e no pensamento crítico.

Na parte específica da disciplina de matemática, nos PCNs (1998, p. 48), encontram-se objetivos gerais para o Ensino Fundamental nessa disciplina que visam à formação de qualidade dos estudantes devendo levá-los a

- selecionar, organizar e produzir informações relevantes, para interpretá-las e avaliá-las criticamente;
- resolver situações-problema, sabendo validar estratégias e resultados, desenvolvendo formas de raciocínio e processos, como intuição, indução, dedução, analogia, estimativa, e utilizando conceitos e procedimentos matemáticos, bem como instrumentos tecnológicos disponíveis;
- comunicar-se matematicamente, ou seja, descrever, representar e apresentar resultados com precisão e argumentar sobre suas conjecturas, fazendo uso da linguagem oral e estabelecendo relações entre ela e diferentes representações matemáticas;
- estabelecer conexões entre temas matemáticos de diferentes campos e entre esses temas e conhecimentos de outras áreas curriculares.

Conforme os PCNs para o Ensino Médio (1998, p. 42), o ensino de Matemática tem como objetivo levar o estudante a

- compreender os conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas que permitam a ele desenvolver estudos posteriores e adquirir uma formação científica geral;
- aplicar seus conhecimentos matemáticos a situações diversas, utilizando-os na interpretação da ciência, na atividade tecnológica e nas atividades cotidianas;
- analisar e valorizar informações provenientes de diferentes fontes, utilizando ferramentas matemáticas para formar uma opinião própria que lhe permita expressar-se criticamente sobre problemas da Matemática, das outras áreas do conhecimento e da atualidade;
- estabelecer conexões entre diferentes temas matemáticos e entre esses temas e o conhecimento de outras áreas do currículo;

Os objetivos dos PCNs sustentam que o ensino de Matemática, por exemplo, leve o estudante a compreender os conceitos matemáticos para resolver situações-problema presentes em diversas áreas do conhecimento, que sejam capazes de levantar hipóteses, organizar informações, estabelecer um raciocínio lógico com tais informações, obter resultados e validá-los ou não. Ainda, que instigue aos estudantes os sentidos críticos e criativos a fim de que consigam participar das diversas do seu meio.

Isso implica, de acordo com os PCNs (1998), que os estudantes ao final da Educação Básica adquiram algumas competências e habilidades em relação ao conhecimento científico, por exemplo: utilizar conhecimentos científicos para compreender questões sociais e ambientais; compreender a história da ciência e identificar seu papel na vida humana; compreender que a ciência é uma construção humana e conseguir relacionar o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade; compreender a interferência da tecnologia no desenvolvimento dos conhecimentos e da vida social. Mas como promover letramento e alfabetização científica dos estudantes na disciplina de matemática?

1.2 LETRAMENTO E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Conforme Soares (2001, p. 39), letramento consiste no “resultado da ação de ensinar e aprender as práticas sociais de leitura e escrita. O estado ou condição que adquire um grupo social ou um indivíduo como consequência de ter-se apropriado da escrita e de suas práticas sociais.” Define a alfabetização como “ação de alfabetizar” e aponta que alfabetizar (SOARES, 2001, p. 31) é “tornar o indivíduo capaz de ler e escrever.” O que Chassot (2003, p. 38) declara como “[...] um conjunto de conhecimentos que facilitam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo em que vivem.”

Soares (2001, p. 39) destaca ainda que:

[...] ter-se apropriado da escrita é diferente de ter aprendido a ler e a escrever: aprender a ler e escrever significa adquirir uma tecnologia, a de codificar em língua escrita e de decodificar a língua escrita; apropriar-se da escrita é tornar a escrita ‘própria’, ou seja, a assumi-la como sua ‘propriedade’.

Soares (2001, p. 40) aponta, também, que “[...] o indivíduo letrado, o indivíduo que vive em estado de letramento, é não só aquele que sabe ler e escrever, mas aquele que usa socialmente a leitura e a escrita, pratica a leitura e a escrita, responde adequadamente às demandas sociais de leitura e escrita.” A diferença entre os dois termos, para Soares (2001), é

que na alfabetização a pessoa aprende a ler e escrever e, no letramento, a pessoa apropria-se da leitura e da escrita, conseguindo aplicá-las em suas vivências do cotidiano.

O termo letramento, segundo o INEP (2008, p. 33), “[...] indica a capacidade de ir além da simples aquisição de conhecimentos, demonstrando competência para aplicar esses conhecimentos em situações do dia-a-dia.” Letramento científico significa a capacidade da pessoa em “empregar o conhecimento científico para identificar questões, adquirir novos conhecimentos, explicar fenômenos científicos e tirar conclusões baseadas em evidências sobre questões científicas.” Faz parte do conceito de letramento científico

a compreensão das características que diferenciam a ciência como uma forma de conhecimento e investigação; a consciência de como a ciência e a tecnologia moldam nosso meio material, cultural e intelectual; e o interesse em engajar-se em questões científicas, como cidadão crítico capaz de compreender e tomar decisões sobre o mundo natural e as mudanças nele ocorridas. (INEP, 2011).

Há alguns anos, têm-se adotado avaliações, periodicamente, para verificar como está o ensino durante e após o término da Educação Básica e o letramento ou alfabetização científica dos estudantes, por exemplo, Prova Brasil, ENEM e as avaliações do SAEB. Além dessas, há as avaliações do *Programme for International Student Assessment* (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes) – PISA, que realiza a avaliação do letramento dos estudantes em três áreas do conhecimento – Leitura, Matemática e Ciências. Essas avaliações são realizadas a cada três anos e, em cada ano, é enfatizada uma dessas áreas.

O PISA estabelece competências necessárias ao letramento científico e objetiva que os estudantes sejam capazes de aplicar os conhecimentos científicos em situações do cotidiano, onde precisam refletir, participar, serem críticos ante essas situações.

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) é quem desenvolve e coordena o PISA. Conforme o sítio eletrônico do INEP (2011), trata-se de um programa internacional de avaliação comparada, aplicado aos estudantes na faixa dos 15 anos, pressupondo-se nessa idade o término da escolaridade básica nos países participantes. Com os indicadores das avaliações, é possível aos países participantes discutir a qualidade da educação, melhorando a educação básica.

Segundo o INEP (2011), o PISA avalia diversos aspectos, o letramento em Leitura, Matemática e Ciências. O termo letramento é utilizado para mostrar a abrangência dos conhecimentos e competências avaliados. Conforme o INEP (2008), a pessoa letrada possui a capacidade de aplicar os conhecimentos adquiridos em situações do dia a dia. Os conhecimentos avaliados não são apenas os escolares, mas também é verificada a capacidade

do estudante em analisar, raciocinar e refletir sobre os seus conhecimentos e sobre as competências necessárias em sua vida.

Dessa forma, a avaliação do PISA é estruturada para verificar os conteúdos e conhecimentos que os estudantes precisam adquirir em cada área do conhecimento, as competências necessárias para a aplicação desses conhecimentos e, também, os contextos em que esses conhecimentos e competências são aplicados.

A combinação dos resultados das avaliações gera uma escala geral para cada uma das três áreas avaliadas, ou seja, Ciências, Matemática e Leitura, referindo o nível de proficiência dos estudantes em cada uma delas. A nota que o estudante recebe nessa avaliação é baseada no grau de dificuldade das questões que conseguiu resolver – Teoria de Resposta ao Item (TRI). Na etapa (1.3), procedimentos metodológicos, consta a escala com os seis níveis das competências científicas que os estudantes mostram possuir em cada nível de classificação estabelecido pelo PISA e que foram utilizados na análise dos dados empíricos desta pesquisa.

Ao final das avaliações do PISA, os países participantes têm uma média para cada área do conhecimento. Segundo os Resultados Nacionais (2008, p. 39),

os resultados do PISA mostram que poucos estudantes alcançam os níveis mais altos de proficiência, mesmo entre os países com melhor média global. Por outro lado, o desempenho de alguns estudantes pode situar-se abaixo do Nível 1 de proficiência, observando-se aí percentuais mais elevados entre os países com média geral mais baixa na avaliação.

Ao observarem-se os resultados da avaliação do PISA de 2006, cujo foco foi em Ciências, verifica-se que o percentual de estudantes brasileiros nos níveis mais altos de proficiência é muito baixo. No nível 5 de proficiência em Ciências, há apenas 0,52% e, no nível mais alto, nível 6, apenas 0,04%. Todavia, conforme os Resultados Nacionais, INEP (2008, p. 40), um dos aspectos mais relevantes referentes a esses dados é que,

[...] enquanto cerca de 23% dos alunos da OCDE encontra-se abaixo do Nível 2 de proficiência (mínimo desejável), no Brasil esse percentual é de cerca de 60%. Ou seja, pelos critérios da OCDE, pode-se dizer que mais de 60% dos nossos alunos não demonstram possuir competência científica para assumir plenamente seu papel de cidadão na sociedade contemporânea. No nível 2 (mínimo desejável) e acima encontram-se apenas 39% dos nossos alunos.

Segundo esses resultados do PISA, a quantidade de estudantes classificados nos níveis mais baixos de proficiência é mais preocupante que a baixa quantidade deles nos níveis mais altos, uma vez que esses estudantes se encontram em fase de obtenção de conhecimento científico, conforme o relatório dos Resultados Nacionais.

Na avaliação do PISA (2006), por exemplo, 57 países participaram, entre países membros e não membros da OCDE. O Brasil, que não é membro da OCDE, ficou em 52º nessa classificação, obtendo como média 390 pontos, e a média dos países da OCDE foi 491 pontos. Comparando a média do Brasil com a média padronizada, a diferença é de 110 pontos.

O INEP apresenta o desempenho do Brasil nas avaliações de Leitura, Matemática e Ciências nos anos 2000, 2003, 2006 e 2009 e a média dessas três áreas avaliadas. O Brasil, nas quatro avaliações do PISA em que participou a cada ano, sempre obteve médias maiores em relação à avaliação anterior. Na avaliação de 2000 até a realizada em 2009, obteve um crescimento da média geral de 33 pontos e a média na avaliação de Ciências aumentou em 30 pontos. Porém, se estabelecida uma comparação entre a média geral do Brasil e a média dos outros países latino-americanos que participaram da avaliação em 2009, ou com a média dos países que fazem parte da OCDE, a média brasileira ainda fica muito baixa.

Além do letramento científico, o PISA avalia, também, o letramento matemático, e os resultados dessa avaliação também mostram que os estudantes não estão sendo formados para compreender qual é a utilidade da matemática em seu dia a dia, tampouco a utilizam com o objetivo de suprir suas necessidades do cotidiano. A média do Brasil na avaliação do ano de 2009 foi de 401 pontos e a média da avaliação de matemática foi de 386 pontos, sendo a área avaliada que obteve menor média. Em 2009 a média em matemática dos países membros da OCDE foi de 495; se essa média for comparada com a média do Brasil, que foi de 386 pontos, o Brasil fica 109 pontos abaixo desses países.

Esses resultados das avaliações do PISA indicam que muitos estudantes brasileiros não aprendem na escola conhecimentos que poderiam auxiliá-los em situações da sua vida cotidiana: pessoal e profissional. Não possuem conhecimentos que lhes facilitem solucionar questões, tomar decisões, para se posicionar, criticamente, diante de situações nas quais é requerido o seu entendimento. Os resultados das avaliações tanto para o letramento científico quanto para o letramento matemático não são satisfatórios e mostram que a formação dos estudantes nessas áreas necessita de melhorias. Isso implica a utilização de um método que possa melhorar essa condição vigente. Dentre esses métodos defende-se a modelagem matemática na educação – modelação matemática.

Biembengut (no prelo) afirma que a “modelagem é o processo envolvido na elaboração de modelo de qualquer área do conhecimento. Trata-se de um processo de pesquisa. A essência deste processo emerge na mente de uma pessoa quando alguma dúvida genuína ou circunstância instigam-na a encontrar uma melhor forma para alcançar uma

solução, descobrir um meio para compreender, solucionar, alterar, ou ainda, criar ou aprimorar algo.” Aponta que a “modelagem matemática é 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. O pesquisador na modelagem busca explicar um fato ou fenômeno.”

Biembengut (no prelo) comenta que utilizar modelagem no ensino de matemática implica ensinar os conteúdos curriculares e, ao mesmo tempo, ensinar o estudante a fazer pesquisa. Conforme a autora, para pesquisar é preciso conhecer o assunto, ou seja, as teorias e técnicas sobre o que se espera melhor compreender, e parte dessas teorias e técnicas está presente no programa curricular. De acordo com Biembengut (1990), a modelagem matemática quando utilizada no ensino de matemática passa a se chamar de modelação matemática.

Biembengut (2004) aponta que a modelação matemática pode ser utilizada em qualquer nível de escolaridade; ela tem como objetivo favorecer aos estudantes a melhor compreensão dos conceitos matemáticos, proporcionar-lhes meios para ler, interpretar, formular e resolver situações-problema, além de promover o senso crítico e criativo. De acordo com a autora, a modelação é realizada em três fases: (1^a) percepção e apreensão, (2^a) compreensão e explicação, (3^a) significação e expressão.

Biembengut (2004, p. 6) aponta que

a modelagem matemática pode tornar-se caminho para despertar no aluno interesse por assuntos de matemática e, também de alguma área da ciência que ainda desconheça ao mesmo tempo em que ele aprende a arte de modelar, matematicamente. Isso porque é dada ao aluno a oportunidade de estudar situações-problema por meio de pesquisa, desenvolvendo seu interesse e aguçando seu senso investigativo e criativo.

Blum (2007) afirma que, para existir uma aprendizagem eficaz na disciplina de matemática, é preciso ensinar aos estudantes conceitos matemáticos e ao mesmo tempo ensinar-lhes a ter a competência necessária para saber usar o conhecimento aprendido em situações que pertencem ao contexto matemático e as que estão em outros contextos. Ser competente, para Blum (2007), é ter a habilidade de aplicar conhecimentos aprendidos em situações apropriadas que os requerem.

Conforme o exposto, o que se espera da Educação em geral, especificamente da Educação de Matemática, é a formação de pessoas que tenham alfabetização científica e competências em utilizar essa alfabetização nas questões relativas ao seu viver, à sua

comunidade, ao seu meio ambiente, que consigam resolver situações-problema, que saibam se posicionar diante de diferentes situações, que seja possível a esses estudantes saber utilizar e que percebam a utilidade dos conhecimentos aprendidos na escola na resolução desses problemas. Porém, isso não se mostra nos resultados das avaliações realizadas pelos estudantes brasileiros.

A partir das definições de alfabetização e letramento científico, é possível compreender que uma pessoa que consegue aplicar os conhecimentos aprendidos na escola, que sabe se posicionar criticamente, que é capaz de refletir e agir sobre os fatos para tomar decisões seja considerado alfabetizado cientificamente. O objetivo da Educação deve ser formar e preparar os estudantes para adquirir essas habilidades; assim, busca-se na modelação matemática uma maneira para alcançar esse objetivo.

1.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Ao delimitar um problema, é preciso também saber se ele é relevante, se já não há respostas e resultados suficientes prescritos e disponíveis, se é necessária uma pesquisa para saná-lo e também quais serão os benefícios e mudanças após a resolução. Biembengut (2008, p. 71) destaca que “Uma indagação cuja resposta possa ser encontrada em alguma obra ou texto existente não pode ser considerada pesquisa, mas, sim, constatação, estudo.” Com base nessa premissa, alguns estudos preliminares que constam no capítulo 2 permitiram buscar resposta à questão: *Como a modelação matemática nas práticas de sala de aula pode favorecer a alfabetização científica?*

Para conseguir resposta ao questionamento, traçam-se os seguintes objetivos: *Analisar a alfabetização científica de estudantes de Ensino Fundamental e Médio por meio da Modelagem Matemática na Educação.*

Com foco nesse objetivo, busca-se atingir os objetivos específicos, quais sejam:

- a) identificar a alfabetização científica que estudantes da 6ª série do Ensino Fundamental e do 1º ano do Ensino Médio já possuem;
- b) investigar o desenvolvimento da alfabetização científica, dos estudantes, durante o processo de modelagem na Educação.

Para alcançar os objetivos geral e específicos e responder à questão estabelecida nesta pesquisa, foram utilizados procedimentos metodológicos com base no Mapeamento da Pesquisa Educacional. O mapeamento, conforme Biembengut (2008, p. 74),

trata-se 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.

O Mapeamento divide-se em quatro etapas: *Mapa de Identificação*, *Mapa Teórico*, *Mapa de Campo* e *Mapa de Análise*. O mapa de identificação compreende este capítulo. A seguir, descrevem-se as etapas do mapeamento: *1.2.1 Mapa Teórico*; *1.2.2 Mapa de Campo*; *1.2.3 Mapa de Análise*.

1.3.1 Mapa Teórico

O mapa teórico, conforme Biembengut (2008), corresponde à revisão de literatura dos conceitos e definições sobre o tema da pesquisa, além da busca das produções acadêmicas desenvolvidas recentemente e que são similares a este estudo.

O mapa teórico foi realizado em duas etapas: a primeira consistiu em uma busca na literatura de conceitos e definições sobre os temas modelagem e modelação matemática e alfabetização científica na Educação Básica, organizados por aproximações e diferenças, como numa espécie de mapa, para diminuir as dúvidas conceituais e facilitar o andamento da pesquisa. Na segunda etapa, fez-se a busca de pesquisas recentes sobre temas similares ao desta pesquisa.

A primeira etapa – conceitos e definições – foi dividida em duas subetapas:

- Subetapa 1: conceitos e definições sobre o tema Modelagem Matemática na Educação – Modelação. O método usado nas práticas de sala de aula para promover letramento e alfabetização científica e, assim, obter os dados empíricos para a análise.
- Subetapa 2: conceitos e definições sobre os temas Letramento e Alfabetização Científica para dar suporte à análise.

A busca dos conceitos e definições sobre os temas modelagem e modelação matemática e alfabetização científica na Educação Básica, da primeira etapa, foi realizada em livros, artigos de revistas científicas, anais de congressos, dissertações de mestrado e teses de doutorado.

A segunda etapa – pesquisas acadêmicas – tratou do levantamento e estudo sobre os temas modelagem matemática na educação e letramento e alfabetização científica. Esses temas permitiram identificar, conhecer e reconhecer as pesquisas similares com a proposta

desta dissertação. Das pesquisas encontradas foram selecionadas 13 produções; destas, duas teses, quatro dissertações e sete artigos publicados no período de 2003 a 2012.

As pesquisas selecionadas sobre o tema Modelagem Matemática na Educação foram aquelas que tinham como foco a Modelação Matemática. As pesquisas selecionadas sobre Alfabetização e Letramento Científico tratavam de análise do nível de alfabetização e letramento científico de estudantes do Ensino Fundamental e Médio.

As pesquisas foram identificadas por meio de sítios eletrônicos, bibliotecas de universidades, artigos de revistas, dissertações de mestrado e teses de doutorado, como Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – www.capes.gov.br/; Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) – <http://www3.pucrs.br/>; Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) – www.bdttd.ibict.br/; Scientific Electronic Library (SCIELO) – www.scielo.org/.

Após a seleção das pesquisas, estas foram classificadas e organizadas; na sequência, fez-se um resumo no qual pontos importantes foram destacados servindo de guia para esta dissertação. Esse levantamento, além de auxiliar na parte teórica, permitiu justificar e apresentar o grau de relevância desta pesquisa, pois se verificou que não há nenhuma similar a esta, ou seja, que tenha utilizado a modelagem matemática na educação para uma tentativa de verificação do grau de alfabetização científica de estudantes. Dessa forma, é possível que esta pesquisa tenha um lugar no mapa das produções de Modelagem na Educação Básica.

Segundo Biembengut (2008, p. 96), “dependendo de quanto e da forma que efetuarmos a análise dessa produção acadêmica, esta fase não deixará de ser uma pesquisa, especificamente uma pesquisa teórica.” No capítulo 2, o mapa teórico está descrito em dois itens: teoria suporte para coleta e análise dos dados empíricos; as produções recentes sobre temas similares a esta dissertação.

1.3.2 Mapa de Campo

Conforme Biembengut (2008), o mapa de campo consiste no levantamento, na organização e na classificação dos dados, ou seja, conforme são coletados, os dados são organizados e classificados, apontando-se aspectos importantes e significativos sobre eles, com o objetivo de melhor compreender o tema pesquisado.

Para dispor de dados empíricos, este mapa de campo seguiu três etapas: *preparação didática e solicitação para a aplicação da pesquisa; aplicação do material didático; organização dos dados coletados.*

Na primeira etapa, *preparação didática*, utilizou-se um material de modelação sobre o tema Embalagens, elaborado por Biembengut (2004). Esta etapa se dividiu em duas subetapas:

- Subetapa 1: o material didático foi estruturado de modo que fosse possível abordar os conteúdos do programa curricular da disciplina de Desenho Geométrico para estudantes do 1º ano do Ensino Médio.
- Subetapa 2: a modelação sobre Embalagens foi adaptada para a aplicação com um grupo de estudantes da 6ª série do Ensino Fundamental, em período extraclasse, onde não havia a exigência de seguir conteúdos curriculares.

As atividades propostas no material didático elaborado, para os dois grupos, foram a criação de uma embalagem para algum produto já existente, enfatizando a importância da criação de algo novo, criativo, útil e não maléfico para o meio ambiente, e a criação de um portfólio para a apresentação dessa embalagem, imaginando a venda para uma empresa. Nessa etapa, foi feita a solicitação de autorização da escola para a realização desta pesquisa com os estudantes.

A segunda etapa, *aplicação do material didático*, consistiu na atividade experimental com o material didático, em dois grupos de estudantes. A aplicação do material didático ocorreu nas três fases da modelagem definidas conforme Biembengut (2007): percepção e apreensão; compreensão e explicação; significação e expressão. Em todas as fases considerou-se o conhecimento dos estudantes sobre os conceitos necessários para a modelação sobre o tema Embalagens, o entendimento desses conceitos por parte deles e a forma como aplicaram esses conceitos na confecção dos modelos de embalagens e do portfólio.

O primeiro grupo foi de estudantes com idades entre 14 e 16 anos, num total de 122 estudantes de quatro turmas da 1ª série do Ensino Médio. Essa primeira aplicação foi realizada na disciplina curricular de Desenho Geométrico, ministrada pela autora desta dissertação.

O segundo grupo foi composto por nove estudantes da 6ª série do Ensino Fundamental, com 12 anos de idade. Esse segundo grupo foi convidado para participar da pesquisa em horário extraclasse.

Conforme o PISA (2011), estudantes nesta faixa etária, 12 – 16, e respectivos períodos escolares, estão em um momento em que diversos assuntos despertam interesse. Todos os estudantes participantes da pesquisa fazem parte de uma escola particular do interior do Rio Grande do Sul.

Na terceira etapa, *organização dos dados coletados*, os dados coletados durante a aplicação do material didático foram classificados e organizados. Para analisar a alfabetização científica dos estudantes, tomaram-se como base os modelos (embalagens e portfólio) produzidos pelos estudantes e o relatório das observações da autora desta pesquisa. Esse relatório foi elaborado durante a vigência da atividade experimental de março/2012 a agosto/2012 com o primeiro grupo e de agosto/2012 a outubro/2012 com o segundo grupo.

No momento da organização e classificação dos dados, buscou-se observar a relação entre as informações coletadas, para uma tentativa de compreensão do seu significado. Segundo Biembengut (2008, p. 112), “não podemos compreender verdadeiramente o significado dos dados ou das informações levantadas caso nos limitemos e fazer a exposição deles sem procurar expressar como os diversos entes ou traços se integram e se relacionam.” No capítulo 3, o mapa de campo encontra-se descrito em dois itens: descrição das atividades realizadas com o grupo 1; descrição das atividades realizadas com o grupo 2.

1.3.3 Mapa de Análise

De acordo com Biembengut (2008), no mapa de análise é realizada a integração entre os conceitos, definições e resultados das pesquisas recentes sobre temas que sustentam esta nova pesquisa – Mapa Teórico – e os dados coletados – Mapa de Campo. Neste mapa ocorreu essa integração entre o mapa teórico e o mapa de campo, ou seja, buscou-se compreender e analisar os dados obtidos a partir da modelação com os dois grupos de estudantes, com apoio dos conceitos e definições encontrados na teoria e também nos resultados das pesquisas sobre temas similares ao proposto nesta pesquisa. Dessa integração foram estabelecidas as categorias de análise com base no PISA.

O PISA utiliza uma escala para classificar o estudante quanto às competências científicas que ele demonstra possuir. Essa escala divide-se em seis níveis. Conforme os Resultados Nacionais (2008) que relatam os dados sobre a avaliação de 2006, um estudante, para ser considerado apto a inserir-se de forma crítica, consciente e ativa na sociedade, deveria estar classificado no mínimo no nível 2. Conforme os Resultados Nacionais (2008, p. 39),

No nível 2, os estudantes têm conhecimentos científicos razoáveis para fornecer explicações científicas em contextos familiares ou para retirar conclusões baseadas em investigações simples. São capazes de refletir de forma direta e de fazer interpretações literais de resultados de pesquisas científicas ou de soluções de problemas tecnológicos.

As categorias de análise desta pesquisa foram estabelecidas a partir de uma adaptação dessa escala do PISA. Foram utilizadas seis categorias, cada uma referindo-se a um nível da escala. No mapa 2, apresenta-se a síntese desta escala.

Mapa 2 – Níveis de proficiências em Ciências – PISA

Níveis de proficiências em Ciências – PISA	
Nível	O que os estudantes conseguem fazer em cada nível
1	Possuem conhecimento científico limitado e só conseguem aplicá-lo em poucas situações familiares. Conseguem tirar conclusões quando as evidências lhes são claramente apresentadas e apresentam explicações científicas óbvias.
2	Possuem conhecimentos científicos razoáveis quando fornecem explicações científicas em contextos familiares e ao tirarem conclusões utilizando investigações simples. Refletem de forma direta e interpretam literalmente soluções de pesquisas científicas ou de problemas tecnológicos.
3	Identificam questões científicas já definidas em diversos contextos. Conseguem explicar fenômenos utilizando fatos e conhecimentos, aplicando modelos e estratégias de pesquisa. Conseguem aplicar conceitos científicos de diversas disciplinas, além de interpretá-los. Conseguem falar sobre fatos e tomar decisões utilizando conhecimento científico.
4	São capazes de trabalhar com situações que apresentam fenômenos explícitos onde precisam tirar conclusões sobre o papel da Ciência e Tecnologia. Conseguem relacionar com situações da vida explicações de diversas disciplinas da Ciência e Tecnologia, selecionando e integrando tais explicações. São capazes de refletir sobre suas ações e decidir situações a partir de conhecimentos e evidências científicas.
5	Os estudantes são capazes de identificar elementos científicos em muitas situações complexas da vida, de aplicar conhecimentos científicos a essas situações; para responder a situações da vida, conseguem comparar, selecionar e avaliar evidências científicas. São capazes de agir criticamente, demonstram habilidades de pesquisa e conseguem relacionar conhecimentos. Conseguem argumentar e explicar situações a partir de evidências baseadas em sua reflexão crítica.
6	Os estudantes conseguem identificar, explicar e aplicar conhecimentos científicos sobre Ciências em diversas situações complexas da vida. Justificam decisões baseadas em evidências retiradas de diversas fontes de informação. São capazes de refletir sobre questões científicas avançadas e demonstram vontade de usar o conhecimento científico em situações novas. Conseguem desenvolver argumentos a partir do uso de seu conhecimento científico para tomar decisões baseadas em situações pessoais, sociais e globais.

Fonte: Adaptado PISA (2011).

Conforme o INEP (2011), as competências necessárias ao letramento científico, identificadas pelo PISA, são: identificar questões científicas, explicar fenômenos cientificamente e utilizar evidências científicas.

A primeira competência requer do estudante o reconhecimento de questões possíveis de serem investigadas cientificamente, identificando quais dados e conhecimentos serão necessários para isso e, ainda, a percepção do que é relevante em uma investigação científica.

Na segunda competência, ao explicar fenômenos, os estudantes precisam mostrar o que compreendem sobre os conceitos científicos necessários para aplicar em determinadas situações e devem explicar os fenômenos, prevendo mudanças adequadas.

A terceira competência, utilizar evidências científicas, é quando o estudante utiliza as descobertas científicas para obter conclusões, isto é, irá estudar as informações científicas, chegando a conclusões por meio de comprovações científicas divulgando essas conclusões. O estudante também precisa conseguir identificar diversas conclusões em relação a uma situação, posicionando-se com base nos dados que possui. Precisa identificar as hipóteses que propôs para obter uma conclusão e refletir sobre os reflexos da ciência e do desenvolvimento tecnológico na sociedade.

Dessa forma, como o objetivo desta pesquisa é analisar a alfabetização científica de estudantes do Ensino Fundamental e Médio por meio da Modelação Matemática, com base nas categorias de análise estabelecidas foi possível verificar se os estudantes, após o processo de modelagem, conseguiram atingir o nível mínimo desejado pelo PISA, se estão em níveis mais avançados ou em níveis mais baixos em relação às competências científicas. A partir do objetivo estabelecido, recorreu-se às duas vertentes teorias que sustentam esta pesquisa: Modelagem Matemática e Alfabetização Científica.

2 MAPA TEÓRICO

Para a realização de uma pesquisa, é necessário compreender os fundamentos do tema. Conhecer os conceitos e as definições do tema e, ainda, o que já foi produzido sobre este, para possível esclarecimento dos temas abordados, contribuindo para a realização da aplicação da pesquisa, o que facilita a compreensão das informações obtidas no processo empírico e da análise. Dessa forma, apresenta-se neste capítulo o mapa teórico, que, segundo Biembengut (2008, p. 90),

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, em especial, nos últimos cinco anos. 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 deste trabalho é analisar a alfabetização científica dos estudantes de Ensino Fundamental e Médio por meio da Modelagem Matemática na Educação, elaborou-se este mapa em três etapas: 2.1 *Teoria suporte para obtenção de dados empíricos* – modelagem e modelação matemática; 2.2 *Teoria suporte para análise dos dados empíricos* – alfabetização e letramento científico; 2.3 *Produções recentes* – busca das produções recentes sobre ambos os temas, não necessariamente juntos.

Para dispor das produções recentes, fez-se inicialmente um levantamento sobre as pesquisas acadêmicas, como teses, dissertações e artigos, sobre temas similares ao desta pesquisa, sendo Modelagem Matemática e Alfabetização Científica no Ensino Fundamental e Médio. Para isso acessaram-se os seguintes endereços: www.capes.gov.br/ - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); www.bdttd.ibict.br/ - Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD); www.scholar.google.com/ - Google Scholar; www.bc.furb.br/ - Biblioteca da Universidade Regional de Blumenau e www.scielo.org/ - Scientific Electronic Library Online (SCIELO); www3.pucrs.br/ – Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS).

Dos textos identificados selecionaram-se sete artigos, quatro dissertações e duas teses sobre modelagem matemática e alfabetização científica. Para a seleção das produções sobre Modelagem Matemática na Educação, levou-se em conta as que realizaram Modelação Matemática. As produções sobre Alfabetização e Letramento Científico foram selecionadas, pois tratavam da análise do nível de alfabetização e letramento científico de estudantes do

Ensino Fundamental e Médio. Além disso, considerou-se o ano de publicação dessas produções. Na sequência, realizou-se uma síntese de cada uma delas, constando o objetivo, os procedimentos metodológicos e os resultados de cada pesquisa. O propósito dessa etapa foi identificar se o tema desta pesquisa – modelagem matemática e alfabetização científica na Educação Básica – é relevante e pertinente para ocupar um ponto no mapa das produções na temática.

Nas seções 2.1 e 2.2, são apresentados os fundamentos teóricos que sustentaram esta pesquisa. Esses fundamentos são referentes aos dois temas que apoiam a coleta dos dados e a análise: *modelagem matemática* e a *alfabetização científica*, respectivamente. Apresentam-se conceitos e definições sobre os dois temas e defesas de diversos autores sobre ambos. Esses fundamentos auxiliaram na preparação da coleta dos dados e na delimitação do campo de análise.

2.1 TEORIA SUPORTE PARA OBTENÇÃO DOS DADOS: MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO

De acordo com Blum (2007), alguns educadores acreditam que, quando a pessoa aprende a matemática teórica de forma satisfatória, é capaz de aplicá-la em outras áreas sem estudar mais sobre o assunto. Esses educadores acreditam que, se a matemática for necessária em outras áreas, os profissionais dessa disciplina terão domínio da matemática para resolver as aplicações.

Conforme Blum (2007, p. 4), “existe, atualmente, ampla evidência em práticas e pesquisas de que não há uma transferência automática de ter aprendido a matemática puramente teórica a ser capaz de usá-la em situações práticas” e sugere que “[...], se quisermos que estudantes desenvolvam a competência para entender aplicações e métodos como resultados de sua educação, estas aplicações e modelos devem constar explicitamente no plano de aula de ensino e aprendizado da matemática.”

Nesta seção apresentam-se os fundamentos teóricos que contribuíram para a coleta dos dados empíricos. Esta seção está dividida em três subseções: Modelagem Matemática: conceitos e definições; Modelagem na Educação: propostas; Finalidades.

2.1.1 Modelagem Matemática: conceitos e definições

Modelagem matemática, para Bassanezi (2002) e Biembengut (2004), é um conjunto de procedimentos realizados para a elaboração de um modelo. Para esses autores, o modelo

matemático é uma representação matemática de situações relacionadas à natureza, sociedade, cultura, ao cotidiano, entre outras, que possibilita a solução de situações-problema nessas áreas e/ou a elaboração de novas teorias. Para esses autores, um modelo resultante do processo de modelagem matemática, às vezes, não retrata a realidade, mas apresenta proximidades. O modelo matemático deve ter, por exemplo, uma representação matemática, que permite a resolução, elaborado de forma criativa e intuitiva, servindo a quem irá utilizá-lo e não somente aquele que o criou.

Como a modelagem é o processo de representação matemática de uma situação real, por meio de um modelo, faz-se necessário saber de que forma e quais são os passos a seguir para chegar a esse modelo realizando o processo de modelagem.

Conforme Blum (2007), um modelo matemático é composto por aspectos do domínio extramatemático e por aspectos do domínio matemático e, ainda, por uma validação do domínio extramatemático ao domínio matemático. Para o autor, a elaboração de um modelo consiste em um ciclo onde são identificadas no campo extramatemático questões que necessitam ser resolvidas, em um domínio matemático, com métodos matemáticos e, na sequência, repassadas ao domínio extramatemático onde são avaliadas. Esse ciclo pode repetir-se até que se tenha um modelo satisfatório para o domínio extramatemático.

Bassanezi (2002) apresenta cinco etapas necessárias ao processo de modelagem: *experimentação*, *abstração*, *resolução*, *validação*, *modificação*. Para Bassanezi (2002), a etapa de *experimentação* é o momento em que ocorre a obtenção de dados. Na etapa de *abstração*, o modelo é formulado, as variáveis são selecionadas e hipóteses são formuladas. Na terceira etapa, a *resolução*, o modelo é resolvido pelo método necessário em cada situação, quando as técnicas conhecidas para a resolução não são suficientes, outras técnicas e teorias podem ser desenvolvidas. A *validação* é o momento em que o modelo elaborado a partir das hipóteses será comparado com os dados obtidos em campo, ou seja, conforme a situação pesquisada, a solução necessária ao determinado problema de pesquisa. A quinta etapa, a *modificação*, só ocorre se o modelo não for válido, então será reformulado e modificado utilizando-se as etapas descritas anteriormente.

Biembengut (2007) apresenta três etapas e oito subetapas para o processo de modelagem: *percepção e apreensão*; *compreensão e explicação* e *significação e expressão*. Para Biembengut (2007), a etapa de *percepção e apreensão* é o momento de estudar o tema da situação-problema, familiarizar-se e descrever os dados levantados. Essa etapa divide-se em duas subetapas: percepção no reconhecimento da situação-problema e apreensão na familiarização com o assunto a ser modelado. Na etapa de *compreensão e explicação*, o

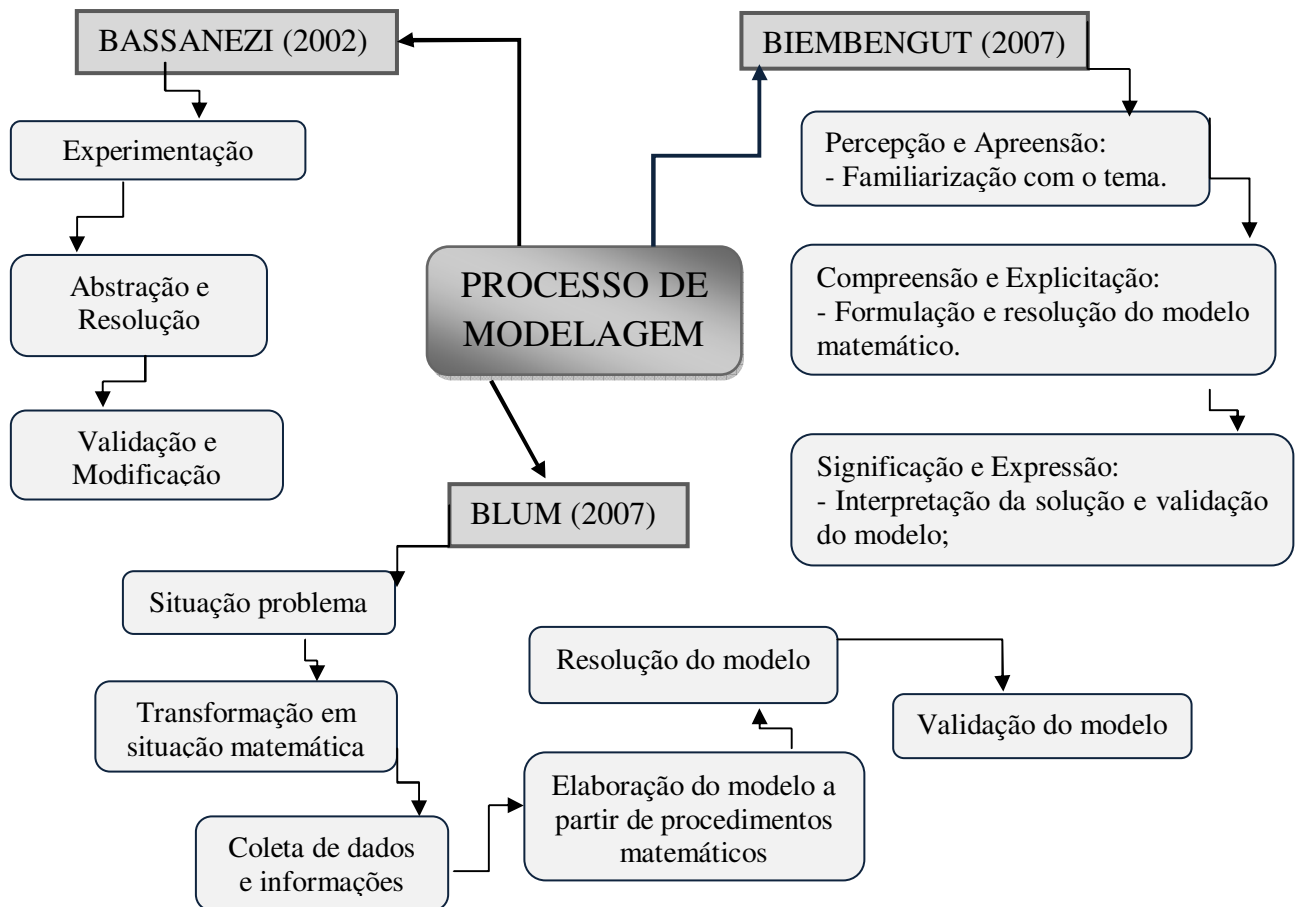
problema e o modelo são formulados e é realizada a resolução do modelo; essa etapa é composta por três subetapas: compreensão na formulação do problema; explicitação na formulação do modelo matemático; explicitação na resolução do problema a partir do modelo. Na etapa de *significação e expressão*, os resultados encontrados na etapa anterior são interpretados e avaliados; se forem válidos, mostra-se sua significação, caso contrário, retorna-se à etapa anterior para que sejam feitos os ajustes às hipóteses e variáveis. A etapa divide-se em três subetapas: significação na interpretação da solução, significação na validação do modelo – avaliação, e expressão do processo e do resultado – modelo.

Conforme Blum (2007), o processo de modelagem apresenta-se quando se tem alguma situação problemática. Para deixar essa situação mais precisa e simplificada, ela é transformada em outra linguagem, definida pelos interesses do solucionador, para que possa ser resolvida, diversas situações são possíveis de serem transformadas em situações matemáticas. Para se obter mais informações sobre a situação, dados são coletados, indicando qual é o modelo matemático mais apropriado.

Por meio de procedimentos matemáticos, os dados coletados e as informações sobre o problema são representados na forma matemática, resultando no modelo. Com a utilização de métodos matemáticos, o modelo é resolvido, obtendo-se soluções. Essas soluções são traduzidas para o domínio extramatemático o qual é validado pelo solucionador do problema. Este verifica se as soluções são satisfatórias para o seu propósito, avaliando nesse momento também o modelo. Se os resultados não forem satisfatórios, o processo se repete, podendo ocorrer a criação de novos modelos até que se encontre uma solução adequada.

Na sequência, apresenta-se o Mapa 3 onde constam as etapas e subetapas do processo de modelagem definidas por Bassanezi (2002), Biembengut (2007) e Blum (2007).

Mapa 3 – Etapas e subetapas do processo de Modelagem



Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo Bassanezi (2002) e Biembengut (2004), a modelagem como método científico estimula novas ideias e técnicas de informações em diferentes aspectos dos previstos inicialmente, serve como método de interpolação, extrapolação e previsão de dados, auxilia na tomada de decisões, melhora o entendimento da realidade, proporciona entrosamento entre pesquisadores de diversas áreas do conhecimento.

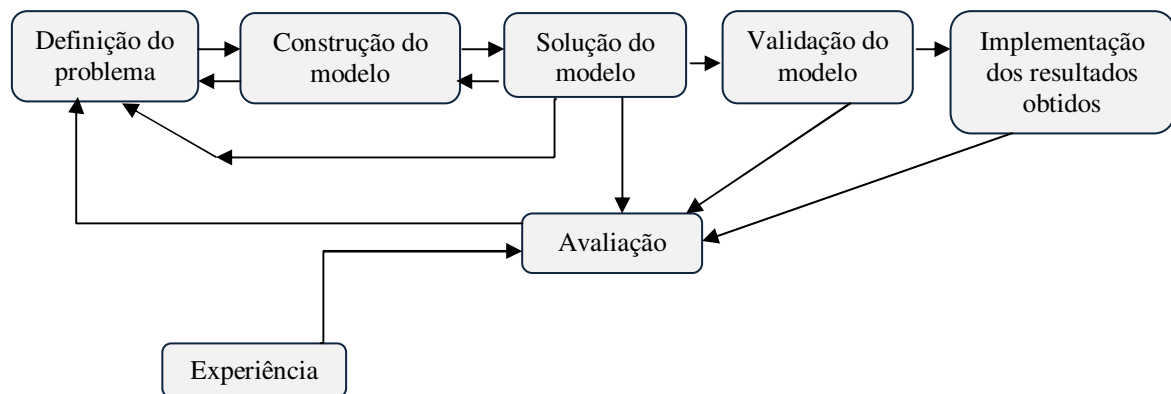
Nesse sentido, a modelagem é utilizada por possuir ampla aplicação e utilizar uma variedade de ideias matemáticas. É importante para diversas áreas do conhecimento e utilizada também para auxiliar as outras ciências, como a Física Teórica, Química Teórica, Biomatemática, Engenharias, Ciência da Computação e Ciências Sociais, pois consegue aplicar várias ideias matemáticas, sintetizando em um modelo as ideias de uma situação real, o que contribui para a evolução do conhecimento (BASSANEZI, 2002).

Uma das áreas em que a modelagem matemática é utilizada é na pesquisa operacional. Segundo Andrade (1989), é um ramo da ciência administrativa que fornece instrumentos para a análise de decisões. Um estudo de pesquisa operacional, conforme Andrade (1989), consiste

em elaborar um modelo de uma situação existente para que seja possível analisar e compreender essa situação.

Na sequência, o Mapa 4 ilustra o processo de modelagem apresentado por Andrade (1989).

Mapa 4 – Processo de Modelagem conforme Andrade (1989)



Fonte: (Andrade, 1989, p. 11).

No Mapa 4, Andrade (1989) estabelece algumas etapas ao processo de modelagem, isto é: definição do problema, construção do modelo, solução do modelo, validação do modelo, implementação dos resultados, avaliação e experiência. Verifica-se no mapa que as etapas não ocorrem necessariamente nessa ordem, ou seja, durante a etapa de solução do problema, por exemplo, é possível que seja necessário retomar as etapas anteriores para ajustes no modelo. O mesmo pode ocorrer durante a etapa de validação do modelo, que passa à etapa de avaliação, podendo ser validado ou não.

Conforme Biembengut (2004, p. 17), “no dia a dia em muitas atividades é ‘evocado’ o processo de modelagem. Basta para isso ter um problema que exija criatividade, intuição e instrumentos matemáticos. Nesse sentido, a modelagem matemática não pode deixar de ser considerada no contexto escolar.” A necessidade da modelagem na escola se confirma por meio dos objetivos apontados pelos PCNs, entre eles, educar com qualidade formando estudantes críticos e criativos, participantes do processo de ensino e aprendizagem.

2.1.2 Modelagem Matemática na Educação: propostas

Conforme Biembengut (2008), a partir da década de 1970, iniciaram em diversos países as primeiras propostas para usar a Modelagem Matemática na Educação. No Brasil, o

uso da Modelagem Matemática na sala de aula no Ensino Superior e em atividades de pesquisa aconteceu praticamente ao mesmo tempo que em outros países.

De acordo com Biembengut (2008), no Brasil, a partir dos primeiros eventos sobre Modelagem Matemática, diversas pesquisas têm sido apresentadas em congressos. Essas pesquisas oportunizam aos estudantes o ensino da matemática vinculado à realidade e a outras áreas do conhecimento, pois a modelagem matemática, além de estimular a aprendizagem de conteúdos acadêmicos, ainda trilha o mesmo caminho da investigação científica.

Segundo Biembengut (1990) e Bassanezi (2002), quando a modelagem é utilizada como método de ensino de matemática em cursos regulares, é chamada de Modelação Matemática ou Modelagem Matemática em Educação. Para os autores, na modelação a validação do modelo não é o mais importante, e sim o processo utilizado para a obtenção dos modelos, a análise crítica e a inserção dos modelos no contexto sociocultural. O modelo deve servir como motivação para o aprendizado da matemática.

Para os autores, ao incluir a modelagem nos cursos regulares ocorrem mudanças no processo de modelagem, pois há um currículo a ser cumprido e também deve ser considerada a idade dos estudantes do grupo, o tempo de trabalho fora da escola para a execução do modelo e qual é o conhecimento do professor sobre o tema a ser estudado.

Para Bassanezi (2002) e Biembengut (2004), a modelação matemática tem como guia os conteúdos programáticos e também os não programáticos, ensinando-os a partir de modelos de diversas áreas do conhecimento, sendo realizada também a orientação dos alunos à pesquisa.

Na modelação matemática os conteúdos são ensinados a partir de situações reais, ou seja, situações relacionadas com a sociedade, cultura e de diversas áreas do conhecimento. Os estudantes fazem parte de todas as fases do processo, são levados a refletir e agir sobre as soluções encontradas, além de serem questionados e questionarem essas soluções. Uma das consequências desse processo de modelagem é a aprendizagem de matemática, além da formação do estudante como cidadão.

Conforme Biembengut (2004, p. 29),

Na modelação, o professor pode optar por escolher determinados modelos, fazendo sua recriação em sala, juntamente com os alunos, de acordo com o nível em questão, além de obedecer ao currículo inicialmente proposto. É imperativo que se tenham vários modelos à disposição para que se possa optar 'entre os modelos' e não 'pelo modelo'. O período do uso deste ou daquele modelo, em classe, o seu aprimoramento ou adaptação cabem ao professor e ao seu bom senso.

Biembengut (2004, p. 7) afirma ainda que “[...], o objetivo de quem faz modelagem [...] é essencialmente fazer pesquisa, enquanto o objetivo da modelação é promover conhecimento ao aluno.” Entre a Modelagem Matemática e a Modelagem para a Educação, que Biembengut denomina de Modelação (1990), existem algumas diferenças. Uma delas é que a modelagem é considerada um método de pesquisa e a modelagem no ensino é um método de ensino, sendo que devem ocorrer modificações no processo de aplicação das duas. Outra diferença é que na modelagem o importante é encontrar um modelo ótimo que gere soluções satisfatórias para o pesquisador e a modelagem para o ensino tem como objetivo o ensino dos conteúdos curriculares com pesquisa. Conteúdos não apenas da disciplina, mas de outras envolvidas nos temas/assuntos utilizados no processo.

Para Bassanezi (2002), a modelagem no ensino é utilizada para ensinar a matemática de modo significativo, considerando a realidade da escola. O objetivo de utilizar a modelagem no ensino é despertar no estudante o interesse pela matemática que ele ainda não conhece e, ao mesmo tempo, modelar matematicamente, pois estará trabalhando com situações por meio da pesquisa, desenvolvendo seu interesse e senso crítico.

De acordo com Biembengut (2004), a modelagem matemática na Educação favorece que o ensino de matemática se torne algo importante e significativo aos estudantes, pois faz emergir deles a vontade de aprender aquilo que ainda não sabem e isso pode ocorrer por meio da pesquisa que está intrínseca na modelagem.

Conforme Meyer (2011, p. 79), a modelagem, quando utilizada na Educação Matemática,

[...] 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.

Segundo Meyer (2011), ao se utilizar modelagem, as situações vividas no dia a dia são problematizadas e a partir delas utilizam-se regras e procedimentos matemáticos para compreendê-las. Na modelagem, o mais importante são as questões sociais, culturais e políticas, ou seja, ensina-se e aprende-se matemática para formar e ser cidadão. Assim, a partir das etapas realizadas na modelagem, ensina-se matemática de forma que os estudantes consigam refletir e agir sobre as situações do seu cotidiano.

Ainda conforme Meyer (2011), na modelagem não são utilizados problemas prontos, inventados e teóricos, diferindo de situações nas quais se constrói um problema para utilizar

um conhecimento matemático. Na modelagem, ao invés de fazer um questionamento aos estudantes em que eles usam um conteúdo matemático para obter a resposta correta, eles irão questionar-se com o professor e colegas, aprender os conteúdos matemáticos para compreender a situação apresentada.

Um ponto relevante apontado por alguns autores sobre o uso da modelagem na Educação é o envolvimento do estudante no processo. Conforme Bassanezi, com a modelagem os resultados do ensino e o processo de aprendizagem não dependem apenas da relação professor-estudante, mas passam a ser da relação do estudante com o seu meio. Pode-se perceber isso na seguinte citação:

A modelagem no ensino é apenas uma estratégia de aprendizagem, onde o mais importante não é chegar imediatamente a um modelo bem sucedido mas, caminhar seguindo etapas onde o conteúdo matemático vai sendo sistematizado e aplicado. Com a modelagem o processo ensino-aprendizagem não mais se dá no sentido único do professor para o aluno, mas como resultado da interação do aluno como seu ambiente natural. (BASSANEZI, 2002, p. 38).

Burak (2004) aponta que os estudantes participam dos processos na modelagem matemática, porque têm interesse pelo assunto do trabalho, adquirindo motivação para tal. A partir disso, Burak (2004, p. 2-3) destaca alguns pontos importantes que surgem na modelagem matemática:

- Maior interesse do(s) grupo(s). O fato de o grupo compartilhar o processo de ensino, isto é, escolher aquilo que gostaria de estudar, ter a oportunidade de se manifestar, de discutir e propor, desenvolve o interesse de cada grupo e dos grupos.
- Interação maior no processo de ensino e de aprendizagem. 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 corresponsáveis pela aprendizagem.
- Demonstração de uma forma diferenciada de conceber a educação e, em conseqüência, a adoção de uma nova postura do professor.

Biembengut (2004) afirma que a modelagem quando utilizada no ensino contribui para o desenvolvimento da criticidade dos estudantes. Assim, afirma que a matemática deve ser ensinada de maneira a formar estudantes cidadãos. A educação matemática deve ser praticada de maneira a fazer o estudante pensar de forma crítica. A matemática deve ser utilizada para fazer emergir nos estudantes a habilidade de criar, resolver problemas, modelar.

Meyer (2011, p. 58) afirma que o estudante está inserido em todas as fases do processo de modelagem e aponta: “Em nossa concepção de 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.”

Desse modo, ensinar matemática para os estudantes não pode ser algo mecânico, em que eles escutam, anotam e reproduzem, apontando para a modelagem matemática no ensino de matemática como uma maneira para ensinar a matemática de forma que os estudantes se tornem criativos e críticos, confirmando novamente a importância da participação dos estudantes no processo de modelagem.

Bassanezi (2002) destaca alguns argumentos para que seja feita a inclusão da modelagem na Educação, que são: formar estudantes com atitude e criatividade; o estudante precisa ser formador de opinião, capaz de entender exemplos representativos de conceitos matemáticos; o estudante utilizará em diferentes áreas; o estudante precisa compreender e interpretar a matemática nas suas diversas maneiras; propiciar ao estudante a compreensão dos argumentos matemáticos, dos conceitos e dos resultados e valorizar a matemática.

Para Blum (2007), os modelos matemáticos variam em diversos níveis de conteúdo matemático, representando também em diversos níveis a compreensão de um problema. Aponta essa como uma das razões para a modelagem começar a ser utilizada desde o Ensino Fundamental, exemplificando que determinado problema que requer para sua solução uma matemática sofisticada pode gerar reflexões úteis sendo utilizada apenas aritmética, contribuindo para o ensino da matemática.

Biembengut (2004) destaca que o professor pode utilizar a modelação sob duas perspectivas. Uma delas é a que ele utilizará a modelação para ensinar o conteúdo programático e a outra é utilizar a modelação para auxiliar os seus alunos a modelar, ou seja, pesquisar. Burak (2004) também afirma que a modelagem matemática aborda o ensino e a pesquisa, isso ocorre pelo seu processo, por isso os dois ocorrem juntos. Burak (2004, p. 5) aponta que isso acontece, “pois 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.”

Apesar dos argumentos favoráveis em relação ao uso da Modelagem Matemática na Educação, Biembengut (2009), Bassanezi (2002) e Blum (2007) apontam algumas dificuldades para utilizar a Modelagem Matemática na Educação regular, são elas:

- currículo dividido em várias disciplinas e períodos, em que cada uma é ministrada por um professor diferente em cada etapa escolar;
- a estrutura tradicional de ensino: os professores precisam cumprir um programa de conteúdos;

- a formação dos professores que não aprenderam modelagem para ensinar.

Em relação à utilização da modelagem no ensino, Biembengut (2004) afirma que há um mal-entendido por parte dos professores ao tentar usar a modelagem em suas aulas e destaca três situações que mais ocorrem:

- a primeira é quando o professor identifica conceitos e conteúdos matemáticos nos objetos que estão presentes no dia a dia dos estudantes e diz estar usando modelagem;
- a segunda situação é quando o professor contextualiza um conteúdo, buscando dados de situações do cotidiano para explicar esse conteúdo e acredita estar usando modelagem;
- a terceira situação é que, muitas vezes, o professor inicia o processo de modelagem, mas não o conclui, ou seja, o professor realiza com os estudantes as primeiras etapas da modelação, que é o levantamento de questões e a coleta de dados, mas chegam a uma conclusão sem elaborar o modelo, que é o mais importante.

Segundo Bassanezi (2002), essas dificuldades podem ser minimizadas se o processo clássico de modelagem for modificado, considerando-se a sistematização dos conteúdos e utilizando analogias constantes com outras situações-problema. Conforme o autor, mesmo existindo obstáculos em incluir a modelagem no ensino, existe a possibilidade de fazer modificações no processo para adaptá-lo ao ambiente escolar; acrescenta ainda que a modelagem no ensino é uma estratégia de aprendizagem e que, ao utilizá-la, o mais importante não é encontrar um modelo ótimo, mas seguir as etapas, aplicando os conteúdos.

Bassanezi (2002) afirma que a melhor maneira de aprender modelagem é com a prática e que aprender modelagem não é apenas aprender técnicas padronizadas, mas é preciso ser crítico e criativo. É necessário ter objetivos que devem estar de acordo com os critérios para fazer um trabalho de qualidade. O professor de ensino básico é formado de maneira formalista e não aplicada. Dessa forma, faz-se necessário repensar o currículo da Licenciatura em Matemática. Para Biembengut (2004), o professor precisa aprender modelagem para depois ensinar. Antes de aplicar com todos os estudantes, deve ter experiência.

Para Bassanezi (2002), o primeiro passo para a utilização da modelagem no ensino é a escolha de um tema, para que depois sejam ensinados os conteúdos do programa a partir dele. O tema para o estudo da matemática será escolhido por meio de discussões, uma vez que estas já preparam os estudantes para serem elementos que participam da sociedade. Destaca que, ao trabalhar com modelagem no ensino, a escolha do tema é feita por um levantamento de

opiniões, sendo importante a participação dos estudantes para se sentirem parte do processo, mas também a orientação do professor é fundamental para facilitar o andamento das atividades. O professor não pode propor problemas, e sim monitorar.

Para Bassanezi (2002, p. 178), “a participação dos alunos na escolha do tema, que pode ser orientada, mas não imposta pelo professor, é muito importante – isto faz com que se sintam responsáveis por seu próprio aprendizado.” Acredita que na modelagem o início é apenas escolher um tema a ser estudado, sem saber quais os conteúdos matemáticos serão utilizados.

Essa concepção do autor difere de Biembengut (2004) quando a autora aponta que na modelação se usa um tema ou um modelo matemático para orientar o estudante na realização do próprio modelo. E isso vale para qualquer nível escolar. Para tanto, antes de iniciar o processo de modelação, é necessário fazer um levantamento com os estudantes sobre o que sabem e o que precisam saber para a realização dos modelos matemáticos.

Para Bassanezi (2002), o tema deve ser escolhido pelos alunos, não importando quais os conteúdos serão ensinados posteriormente. Já Biembengut (2004) acredita que o tema deve ser escolhido de acordo com os conteúdos ensinados. Para Biembengut (2004), o tema deve auxiliar os estudantes na criação de seus modelos, independentemente do nível escolar. Também afirma ser importante saber o que os alunos conhecem para conseguirem criar tais modelos. Escolher o tema é uma das etapas para realizar a modelação, mas os autores nos mostram, cada um com suas especificidades, alguns passos importantes que devem ser seguidos para que seja realizado o processo de modelação.

Para Burak (2004), a modelagem matemática, quando desenvolvida em sala de aula, também é realizada em cinco etapas:

- a) escolha do tema: conforme Burak (2004), a escolha do tema é feita pelo grupo de estudantes ou por pequenos grupos, o que torna mais significativa a aprendizagem, além de partir do conhecimento que eles já possuem;
- b) pesquisa exploratória: nessa etapa os estudantes pesquisam sobre o tema escolhido, e os conteúdos a serem trabalhados dependem dos dados obtidos nessa etapa;
- c) levantamento dos problemas: essa etapa é necessária para a formação de um pesquisador, ainda mais quando se entende a modelagem como um método de pesquisa. Nesse momento, para o levantamento dos problemas, é preciso muita sensibilidade, diferindo dos problemas encontrados nos livros didáticos. Na modelagem, os problemas são elaborados mediante os dados coletados, são genéricos,

é preciso buscar mais dados se necessário, assim como sua organização, favorecendo a compreensão da situação pesquisada;

- d) resolução do(s) problema(s) e o desenvolvimento da Matemática relacionada ao tema: os conteúdos matemáticos serão trabalhados para que seja possível a resolução do modelo, que, mesmo simples, contribui e estimula a criatividade e reflexão dos estudantes;
- e) análise crítica da(s) solução(es): na última etapa, o estudante deve analisar a solução obtida e verificar se condiz com a situação pesquisada.

Skovsmose (2000, p. 2) denomina a modelagem matemática na Educação como projeto. Aponta (2000) que a prática tradicional de sala de aula se insere no paradigma do exercício e destaca que “em geral, o trabalho de projeto está localizado num ambiente de aprendizagem que difere do paradigma do exercício. É um ambiente que oferece recursos para fazer investigações.”

Conforme Skovsmose (2000), no projeto as referências utilizadas nas atividades são reais, possibilitando aos estudantes estabelecerem significados diferentes para as informações obtidas e não apenas aprender os conceitos matemáticos. Nos projetos não é válida a ideia de que existe apenas uma resposta correta, como ocorre no paradigma dos exercícios. Nos projetos, o professor é o orientador e não transmissor de conhecimento.

Biembengut (2011) escreve que a Modelagem Matemática na Educação pode ser considerada como projeto, pois os processos tanto da modelagem matemática quanto do projeto são similares, isto é: delimitação do problema, referencial teórico, hipóteses, desenvolvimento, aplicação, interpretação da solução e avaliação.

Adota-se nesta pesquisa como método de ensino para obter os dados empíricos o método Modelação Matemática, definido por Biembengut em 1990 e alterado pela autora em 2007.

O processo de modelação, conforme Biembengut (2013), realiza-se pela elaboração de um modelo matemático ou pelo uso de um modelo pronto de alguma área do conhecimento e se adapta para o ensino conforme os conteúdos curriculares que se deseja desenvolver. Os procedimentos para realizar o processo de modelação são descritos em três fases: *percepção e apreensão; compreensão e explicação; significação e expressão*.

As três fases da modelação, conforme Biembengut (no prelo), são descritas a seguir:

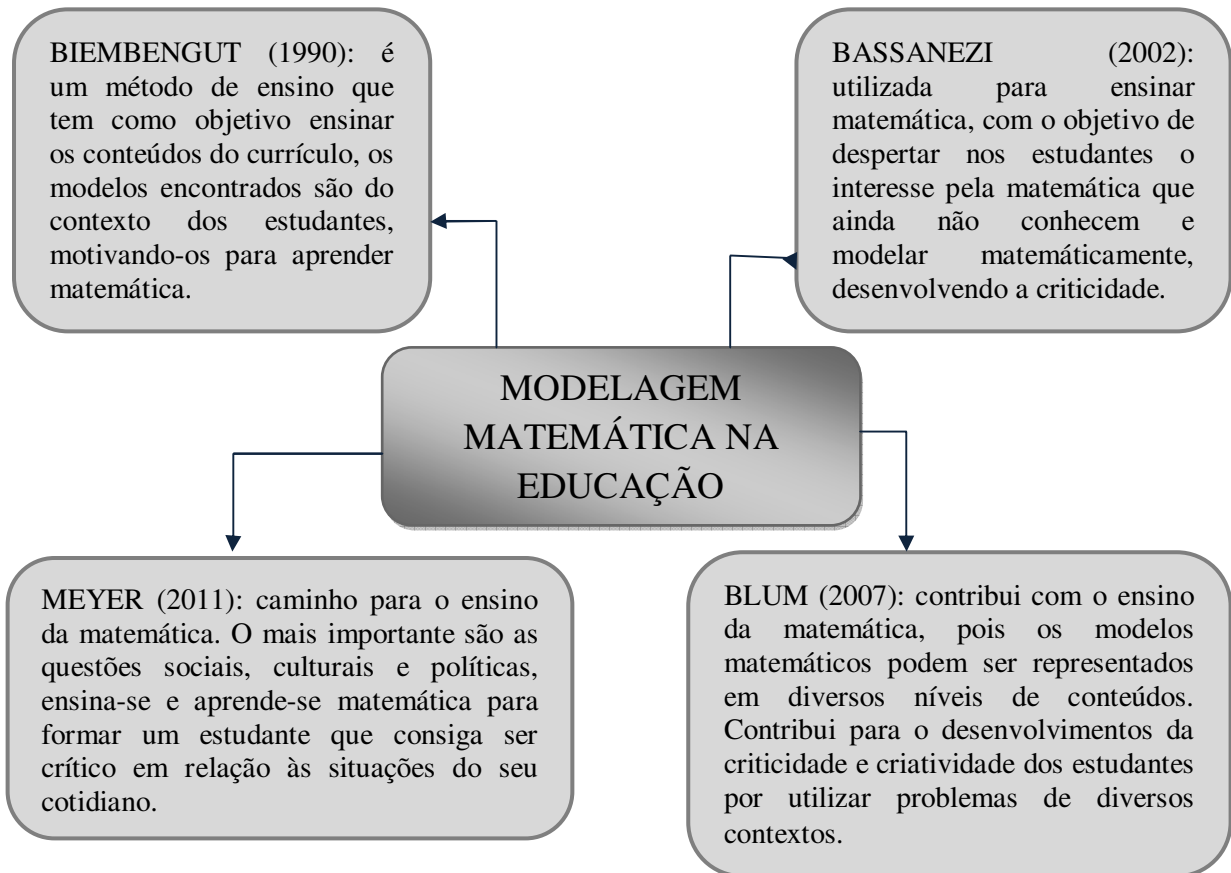
- *Percepção e apreensão*: essa fase tem como objetivo a inteiração dos estudantes sobre um tema de outra área do conhecimento. Sobre esse tema, percebem uma situação-problema e buscam dados e informações para que consigam resolvê-la. Para isso

acontecem quatro etapas: *explicação sobre o tema*: inicialmente realiza-se uma explicação sobre o tema, que pode ser através de vídeos, leituras, imagens, visitas, para que os estudantes consigam percebê-lo; *levantamento de questões*: as atividades da etapa anterior devem instigar os estudantes a levantarem questionamentos sobre o tema, o que levará à pesquisa; *seleção de questões*: na etapa 3, será realizada uma seleção das questões elaboradas na etapa anterior. Essa seleção é feita de acordo com os conteúdos curriculares necessários àquele período letivo; *levantamento de dados*: os estudantes são orientados a realizar a busca de dados e informações sobre o tema escolhido e com um foco a partir das questões selecionadas.

- *Compreensão e explicação*: nessa fase ocorre a compreensão do problema. Além disso, os conteúdos curriculares e não curriculares serão ensinados e avaliações da aprendizagem serão efetuadas. Por isso, essa fase exige uma participação maior dos estudantes. Divide-se em quatro etapas: *formulação do problema*: com base nos dados coletados anteriormente, levantam-se propostas, hipóteses e organizam-se os dados de forma que se percebam os conteúdos matemáticos necessários à resolução; *desenvolvimento do conteúdo curricular*: é feito um elo dos conteúdos curriculares com a questão geradora, são ensinados conceitos, definições, propriedades etc.; *exemplificação*: apresentam-se exemplos semelhantes, mostrando a existência de outras aplicações, além de estimular o uso da tecnologia; *formulação e resolução*: com auxílio do conteúdo desenvolvido, formula-se o modelo para resolver o problema. Para realizar essa etapa, os estudantes devem compreender os conceitos estudados sabendo utilizá-los para compreender a questão que gerou o modelo.
- *Significação e expressão*: esse é o momento de resolver as questões relacionadas ao modelo e validá-lo ou não. Para isso, sugerem-se dois momentos: *interpretação, avaliação e validação*: os estudantes devem interpretar as soluções do problema, obtidas a partir do modelo. Na sequência, devem avaliar essas situações e validá-las se for o caso. Assim, compreenderão o significado dos resultados obtidos e perceberão a importância da matemática. *Expressão*: os estudantes fazem uma exposição, para a comunidade, dos seus trabalhos (seus modelos) através de um seminário onde explicam como realizaram suas pesquisas.

No Mapa 5 apresentam-se as definições similares em relação à Modelagem Matemática na Educação.

Mapa 5 – Definições similares sobre Modelagem Matemática na Educação



Fonte: Elaborado pela autora.

2.1.3 Finalidade de utilizar a Modelagem Matemática na Educação

Segundo Blum (2007), o trabalho com modelagem favorece diversas contribuições ao desenvolvimento de competências aos estudantes, sendo necessária sua presença em todos os níveis de ensino. O autor acrescenta que “desde que a matemática exige uma proporção considerável do tempo na escola, ela precisa prover experiências e habilidades que contribuam para a educação na vida depois da escola, seja em estudos, trabalho ou aumentando a qualidade de vida.” (BLUM, 2007, p. 18).

O ensino de matemática na escola deve proporcionar aos estudantes situações em que percebam a utilização da matemática, além de reconhecê-la em sua vida. Uma das finalidades de utilizar a modelagem matemática no ensino é justamente relacionar a matemática “ensinada” na escola com situações do cotidiano dos estudantes, tornando útil e aproveitando todo o tempo dispensado nos anos escolares à disciplina.

Para Bassanezi (2002), a distância entre o ensino da matemática e a pesquisa em matemática é uma das finalidades em se usar a modelagem na educação: o professor que

utiliza a modelagem como método de ensino tem o desafio de conseguir ajudar o estudante a compreender e construir relações matemáticas significativas em cada etapa do processo.

O autor destaca ainda 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. [...], os processos pedagógicos voltados para as aplicações, em oposição aos procedimentos de cunho formalista, podem 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. (BASSANEZI, 2002, p. 177).

Para Bassanezi (2002), ao utilizar a modelagem como estratégia de aprendizagem, é possível tornar o ensino mais agradável e motivador. O estudante terá condições de participar das aplicações, também compreenderá melhor os conceitos matemáticos, possuindo mais vontade de aprender, pois conseguiu compreender os procedimentos necessários para a resolução dessas aplicações.

Biembengut (2004) e Blum (2007) destacam que os objetivos da modelação são aproximá-la das áreas do conhecimento, enfatizar a importância da matemática para a formação do aluno, despertar o interesse para a matemática, melhorar a compreensão dos conceitos matemáticos e desenvolver a habilidade de resolver problemas de vários contextos, estimulando e desenvolvendo, dessa forma, a criatividade e a criticidade dos estudantes, levando em consideração sempre suas convicções, emoções e atitudes.

Segundo Biembengut (2009), os resultados de pesquisas apontam que os estudantes mostram um avanço na realização das atividades propostas ao serem estimulados a representar de alguma forma a maneira como compreendem situações do seu meio e aponta que “a modelagem na sala de aula pode instigar o interesse dos estudantes em conhecer e compreender o mundo em que habitam na medida em que o professor desenvolve temas atuais e maneje os elementos formais requeridos de forma a tornar familiar, compreensível.” (BIEMBENGUT, 2009, p. 33).

Assim, verifica-se que os estudantes apresentam avanços ao serem motivados a compreender o seu meio e que a Modelagem Matemática na Educação pode propiciar ao estudante essa compreensão, utilizando temas familiares a ele. Conforme apresentado no capítulo 1, de acordo com os PCNs, o objetivo do ensino da disciplina de Matemática é formar estudantes que consigam compreender o mundo em que vivem para participar desse

mundo, além de promover a competência científica, isto é, torná-los alfabetizados cientificamente. Na próxima seção, apresenta-se a teoria suporte sobre Alfabetização e Letramento Científico.

2.2 TEORIA PARA ANÁLISE DOS DADOS: ALFABETIZAÇÃO E LETRAMENTO CIENTÍFICO

Conforme Krasilchik e Marandino (2007), por volta de 50 anos, buscaram-se formas para apresentar a importância do ensino de ciências, refletindo as influências dos fatores políticos, econômicos e sociais em situações em que se discute o currículo e também das formas de divulgação da ciência.

Segundo Chassot (2003), dos anos 1980 até 1990, era notável a importância que se dava à educação formal para que os estudantes adquirissem conhecimentos científicos. Porém, a obtenção desses conhecimentos era de forma transmissiva de conteúdos, sendo apresentados aos estudantes muitos conceitos científicos e não se consideravam o significado e sentido dos conteúdos. Um bom estudante era aquele que conseguia decorar e “guardar” todos os conceitos e explicações ensinadas.

Conforme Chassot (2003, p. 90), “não se pode mais conceber propostas para um ensino de Ciências sem incluir nos currículos componentes orientados na busca de aspectos sociais e pessoais dos estudantes.” Não seria possível e é difícil imaginar viver hoje sem a presença da ciência e da tecnologia. No dia a dia, nas atividades realizadas, nos produtos consumidos, nas necessidades supridas, enfim, em diversas situações, os resultados da ciência estão presentes. Todas essas produções, realizadas a partir da tecnologia, sem dúvida, garantem melhor qualidade de vida a todos. É interessante que elas sejam conhecidas pelas pessoas que convivem com elas, e, além de conhecê-las, compreender como se desenvolve esse conhecimento científico e como é possível utilizá-lo para se relacionar melhor.

Nesta seção apresentam-se os conceitos, definições e propostas sobre Alfabetização e Letramento Científico, teoria suporte para a análise dos dados. Este espaço divide-se em três subseções: Alfabetização e Letramento Científico: conceitos e definições; Alfabetização Científica na Educação; Alfabetizar Cientificamente.

2.2.1 Alfabetização e Letramento Científico: conceitos e definições

Os termos Alfabetização e Letramento Científico têm estado presente em diversos documentos oficiais de Educação. Definições e conceitos apresentados pelos autores apresentam a utilização dos dois termos.

De acordo com Soares (2004), em alguns países como França e Estados Unidos, as discussões sobre letramento ocorrem de forma independente da relação ao termo alfabetização, considerado como aprender a ler e escrever. Nesses países, a discussão inicia-se pela constatação de que, mesmo alfabetizada, a população não exercia habilidades de leitura e escrita para participar de práticas sociais e profissionais, não era letrados.

O termo letramento surge, conforme Soares (2004, p. 6), por volta dos anos 1980, tanto no Brasil quanto em países desenvolvidos como França, Estados Unidos e Inglaterra, devido à “[...] 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.” Porém, Soares (2004) afirma que nesses países desenvolvidos a invenção, palavra utilizada pela autora, do termo letramento acontece de maneira diferente do Brasil.

Segundo Soares (2004), no Brasil a discussão sobre letramento inicia após as mudanças do conceito de alfabetização adotadas nos censos demográficos. O termo alfabetização passa para letramento, ou seja, do saber ler e escrever ao ser capaz de usar a leitura e a escrita. No Brasil, os dois conceitos se mesclam e acabam, muitas vezes, confundindo inclusive os professores que atuam nos Anos Iniciais.

Nos anos 1970, ocorreram muitas críticas ao papel desempenhado pela ciência e também pela forma de divulgação. Segundo Krasilchik e Marandino (2007, p. 22), “a falta de compreensão sobre a ciência e seus processos foi largamente detectada em vários países, o que mobilizou políticas nacionais e internacionais na direção de melhorar a alfabetização científica da sociedade.”

Conforme consta no capítulo 1, Soares (2001, p. 39) define letramento como “resultado da ação de ensinar e aprender as práticas sociais de leitura e escrita. O estado ou condição que adquire um grupo social ou um indivíduo como consequência de ter-se apropriado da escrita e de suas práticas sociais.” E define a alfabetização (SOARES, 2001, p. 31) como “ação de alfabetizar”. Consoante o autor, alfabetizar (SOARES, 2001, p. 31) é “tornar o indivíduo capaz de ler e escrever.” Assim, alfabetização é a condição de aprender a ler e escrever; letramento consiste em saber ler, escrever e conseguir aplicar esses conhecimentos a fim de participar de práticas sociais.

Soares (2004) destaca que a alfabetização – sistema de aquisição da escrita e leitura – e o letramento – desenvolvimento de habilidades para o uso da escrita e leitura em práticas sociais – são processos que estão interligados e afirma que “[...] a alfabetização desenvolve-se no contexto de e por meio de práticas sociais de leitura e 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.” (SOARES, 2004, p. 14).

Krasilchik e Marandino (2007) consideram que o termo letramento está presente na expressão alfabetização científica, sendo o letramento entendido como a capacidade de ler, compreender e expressar opinião sobre ciência e tecnologia; além disso, participar da cultura científica do modo mais conveniente.

Conforme apresentado no capítulo 1, Chassot (2003, p. 38) define a alfabetização científica como “[...] um conjunto de conhecimentos que facilitam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo em que vivem.” Concepção similar a de Chassot, Milaré, Richetti e Alves (2009, p.1) consideram “um movimento que considera a necessidade de todos possuírem um mínimo de conhecimentos científicos para exercerem seus direitos na sociedade moderna.”

Dessa forma, a alfabetização científica corresponde aos conhecimentos que as pessoas possuem e adquirem para que consigam viver nos ambientes que frequentam de uma maneira melhor, compreendendo as situações que fazem parte e conseguindo participar na tomada de decisões.

Sasseron (2012) utiliza o termo alfabetização científica quando trata de ideias e objetivos sobre um ensino que permite aos estudantes conhecer uma nova cultura, com novas formas de ver o mundo, tendo a oportunidade de modificar a si e a esse mundo, utilizando conhecimentos científicos e as habilidades necessárias a esses conhecimentos.

O Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA, 2011) descreve letramento científico como um conjunto de três aspectos: a compreensão de conceitos científicos por parte dos estudantes; a capacidade de aplicação desses conceitos científicos; pensar sob uma perspectiva científica.

Além disso, para o PISA, algumas atitudes estão presentes na definição de letramento científico, como interesse sobre aspectos da vida relacionados às ciências, valorização da ciência, da tecnologia, do meio ambiente e outros contextos.

Shen (1975 apud KRASILCHIK; MARANDINO, 2007) apresenta três propostas para o termo alfabetização científica:

- alfabetização científica prática: a pessoa consegue resolver de forma rápida problemas do seu cotidiano;
- alfabetização científica cívica: a pessoa tem atenção sobre os conhecimentos da ciência e suas consequências e informa-se para tomar decisões;
- alfabetização científica cultural: a pessoa tem interesse em conhecer a ciência de forma aprofundada.

Durant (2005) estabelece três definições para a alfabetização científica que descreve como abordagens sobre alfabetização científica. A primeira enfatiza o conhecimento científico, a segunda dá ênfase aos procedimentos que produzem o conhecimento científico e a terceira, à cultura científica.

A primeira abordagem denominada Alfabetização científica significa saber muito sobre ciência. Considera-se uma pessoa alfabetizada cientificamente a que conhece muito bem os conteúdos de ciência e que sabe muito sobre ciência. Essa abordagem domina o mundo da educação formal e a leva para a compreensão da ciência. Os conteúdos científicos são essenciais, indo além da educação formal em ciência.

De acordo com Durant (2005), conhecer fatos científicos não é apenas conhecer o termo, ou, mesmo compreendendo, não quer dizer que saiba seu significado. Saber um fato científico é compreendê-lo, mas também inseri-lo em um contexto no qual ele faça sentido. O objetivo dessa abordagem também não é preparar as pessoas para saberem trabalhar com questões científicas atuais, pois o conhecimento científico básico que as pessoas possuem é, conforme Durant (2005, p. 17), “[...] provavelmente insuficiente para entender o que está acontecendo. Porque o que está acontecendo é o surgimento do novo conhecimento; e, para compreender isso, as pessoas têm que saber alguma coisa sobre a gestação ou embriologia da ciência.”

Na segunda abordagem denominada “Alfabetização científica no sentido de saber como a ciência funciona”, Durant (2005) escreve que são reconhecidas as limitações de uma abordagem sobre alfabetização científica baseada apenas no conhecimento; por isso, procura-se acrescentar nos currículos algo sobre a natureza da ciência, ou seja, as formas como as pessoas entendem os processos de pesquisa científica.

Como o foco desta abordagem é entender como é produzido o conhecimento científico e geralmente os processos para obter esse conhecimento são denominados como método científico, Durant (2005, p. 21) coloca o seguinte: “É fato significativo que as normas da ciência exijam que os métodos de investigação sejam rigorosamente definidos e que sejam

clara e explicitamente expostos nas publicações [...]. Mas a ciência não pode ser definida pelo uso de qualquer método único e simples.”

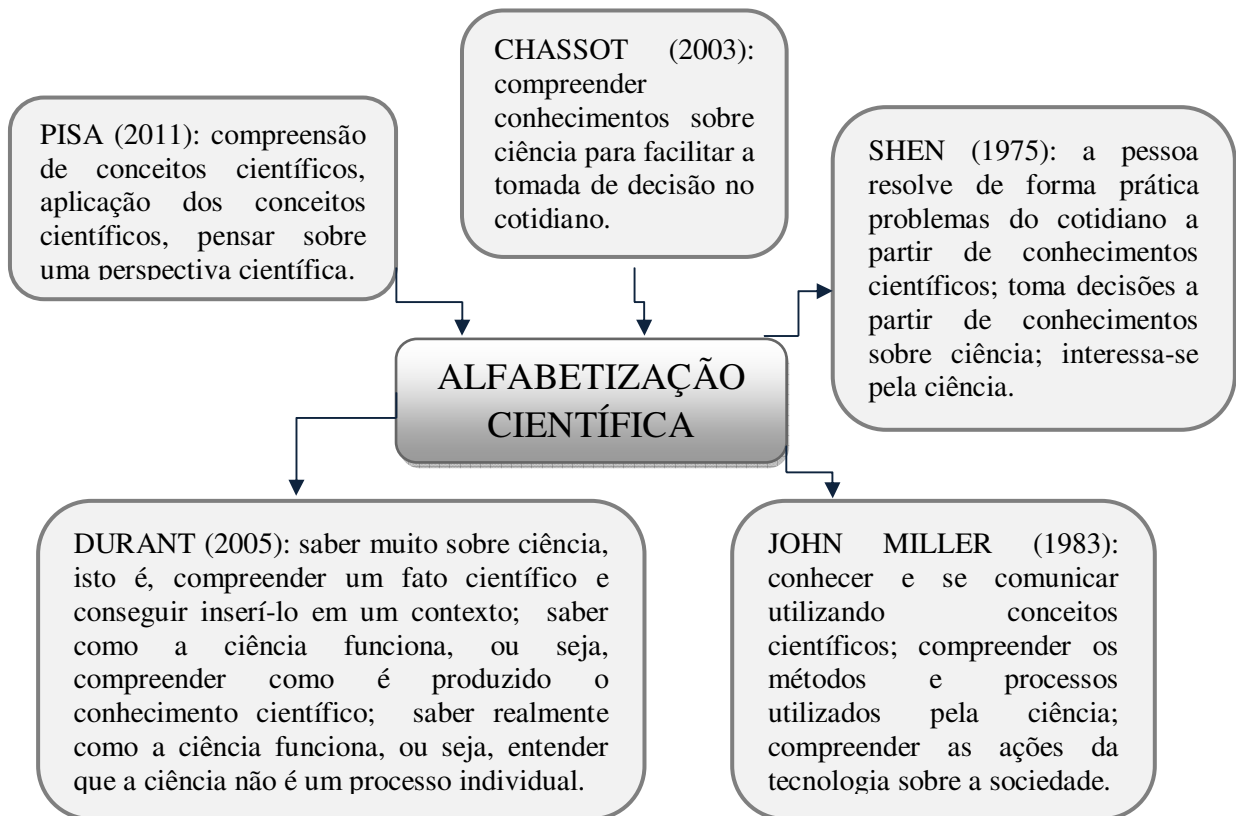
Na terceira abordagem, “A alfabetização científica no sentido de saber como a ciência realmente funciona”, considera-se a ciência como uma prática social. Destaca-se que é importante saber que o conhecimento científico não é produzido de forma individual e nem sempre aceito de imediato, mas sim produzido por um grupo de pessoas que acredita naquela possível criação, passando por críticas e discussões até a sua aprovação.

O Biological Sciences Curriculum Study (1993 apud KRASILCHIK; MARANDINO, 2007) define que a alfabetização científica se caracteriza em quatro fases:

- nominal: os estudantes conhecem termos científicos;
- funcional: os estudantes definem os termos científicos, mas não compreendem bem o seu significado;
- estrutural: os estudantes compreendem algumas ideias de como se estruturou o conhecimento científico existente;
- multidimensional: os estudantes compreendem o significado dos conceitos científicos e conseguem relacioná-los com outras disciplinas.

John Miller (1983 apud DURANT, 2005) define alfabetização científica de três formas: na primeira definição, a pessoa alfabetizada cientificamente conhece e se comunica utilizando conceitos científicos; na segunda, a pessoa não só conhece os conceitos científicos, como também compreende os métodos e processos utilizados pela ciência; na terceira definição, a pessoa consegue compreender as ações da ciência e da tecnologia sobre a sociedade.

Mapa 6 – Pontuações similares sobre Alfabetização Científica



Fonte: Elaborado pela autora.

2.2.2 Alfabetização e Letramento Científico na Educação

Conforme Sasseron (2012), o objetivo do ensino de ciências é favorecer uma formação aos estudantes para que aprendam conhecimentos científicos e usem esses conhecimentos em situações necessárias em suas vidas.

Furió, Guisasola e Romo (2001) afirmam que o ensino de ciências deve favorecer a formação de estudantes alfabetizados cientificamente, contribuindo para a compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores que facilitem a percepção das utilidades e as aplicações da ciência na melhoria da qualidade de vida dos cidadãos e também as consequências negativas do desenvolvimento da ciência.

Chassot (2003) afirma que ensinar ciências é tornar os estudantes mais críticos para que consigam transformar o mundo para melhor e acredita que ensinar a partir da História da Ciência facilitaria a alfabetização científica dos estudantes. No entanto, aponta que, a fim de que eles consigam aprender História da Ciência, é necessário ter o mínimo de alfabetização científica. Para Chassot (2003), a Ciência é uma linguagem para facilitar nossa leitura do mundo.

O ensino de Ciências no âmbito escolar geralmente assume dois focos, um voltado para o ensino dos conceitos e conteúdos dessa área e outro para a utilização desses conteúdos pelos estudantes. Buscam-se alternativas para tentar melhorar o ensino na área de Ciências e também existem desafios para obter mudanças.

Segundo Krasilchik e Marandino (2007, p. 19),

[...] é possível identificar certo consenso entre professores e pesquisadores da área de educação em ciência que o ensino dessa área tem como uma das principais funções a formação do cidadão cientificamente alfabetizado, capaz de não só identificar o vocabulário da ciência, mas também de compreender conceitos e utilizá-los para enfrentar desafios e refletir sobre seu cotidiano.

Segundo Chassot (2003, p. 41), “[...] vale a pena conhecer mesmo um pouco da Ciência para entender algo do mundo que nos cerca e assim termos facilitadas algumas vivências. Estas vivências não têm a transitoriedade de algumas semanas. Vivemos neste mundo um tempo maior, por isso vale a pena o investimento numa alfabetização científica.”

A importância de os estudantes terem uma alfabetização científica desde os primeiros anos escolares justifica-se em razão de eles terem maiores facilidades na tomada de decisões e assumirem posições perante situações importantes. Essas situações não ocorrem somente na fase adulta ou quando da saída da escola; elas acontecem sempre, desde o início da vida escolar.

Lorenzetti e Delizoicov (2001) afirmam e defendem a ideia de que o processo de escolarização pode ser realizado desde o início com foco na alfabetização científica. Isso porque o ensino de ciências pode contribuir para o desenvolvimento da leitura e da escrita, a partir do momento em que contribui para a atribuição de sentidos e significados às palavras e aos discursos.

Chassot (2003) acredita ser interessante mostrar aos estudantes que aprender de forma crítica como se desenvolve o conhecimento facilitaria a alfabetização científica. O autor aponta que os estudantes, mesmo estudando conhecimentos das ciências durante os anos que permanecem na escola, quando concluem o ensino básico sabem pouco.

Alfabetizar cientificamente na educação formal é importante, mas não simples, pois é preciso saber como proceder. Chassot (2003) acredita que, para os estudantes obterem uma alfabetização científica, o melhor momento é no ensino fundamental e médio. O autor questiona de que forma os conteúdos estabelecidos como importantes para os estudantes poderiam fazer existir uma alfabetização científica.

Conforme Lorenzetti e Delizoicov (2001), na escola os estudantes não são ensinados a estabelecer relações críticas entre os conteúdos ensinados e os assuntos de suas vidas. Acreditam que, para mudar essa situação, os educadores deveriam apresentar os conhecimentos da Ciência aos estudantes como algo pertencente ao seu dia a dia, a sua realidade. Os autores afirmam que “as escolas, através de seu corpo docente, precisam elaborar estratégias para que os alunos possam entender e aplicar os conceitos científicos básicos nas situações diárias, desenvolvendo hábitos de uma pessoa cientificamente instruída.” (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001, p. 7).

De acordo com Chassot (2003), é preciso que o professor saiba selecionar os conteúdos ensinados; conteúdos esses que contribuam para a alfabetização científica. Mas fazer uma seleção de conteúdos necessários requer que o professor saiba a essência dos conhecimentos das disciplinas, o que também é diferente de quantidade. Conforme o autor, decidir os conteúdos importantes para facilitar a tomada de decisão das pessoas é uma tarefa necessária para que os estudantes ampliem seus conhecimentos sobre ciências.

Krasilchik e Marandino (2007, p. 16-17) escrevem que “O presente estado das coisas somente será modificado com uma corajosa ação de renovação curricular, incluindo programas e metodologias adequados às atuais questões sociais.”

Segundo Sasseron (2012), o objetivo almejado quando se busca alfabetizar cientificamente é ter um ensino no qual os conteúdos das disciplinas do currículo são desenvolvidos de forma integrada; considerando a realidade dos estudantes, contextualizar os temas propostos, desenvolvendo, dessa forma, conhecimentos que utilizarão em diversas situações.

Para Krasilchik e Marandino (2007, p. 25),

Provocar nos estudantes, e também na população em geral, a curiosidade e levá-los a se dar conta do papel que a ciência tem em suas vidas, exige trabalho em classe, na escola e fora dela – na família, entre amigos, na comunidade e nos centros de cultura científica, como museus, centros de ciência etc. – como parte dos direitos, em uma sociedade democrática, de conhecer e optar.

Lorenzetti e Delizoicov (2001) também afirmam que a escola sozinha, caso não consiga alfabetizar cientificamente, deve apontar caminhos aos estudantes para a busca dos saberes científicos, conhecimentos que precisam em seus cotidianos. Acreditam que em espaços não formais de educação, como museu, zoológico, parques, fábricas, alguns programas de televisão e a internet, assim como os espaços formais também podem contribuir para a formação dos estudantes.

Chassot (2003) sugere uma proposta vantajosa para alfabetizar cientificamente, ou seja, o ensino deve abordar aspectos históricos, ambientais, ética e política, utilizando-se dos saberes considerados não científicos e dos conhecimentos produzidos por grupo cultural, com os aspectos citados anteriormente.

Krasilchik e Marandino (2007) acreditam que as ações para que todas as pessoas tenham acesso à ciência devem considerar os conhecimentos prévios; essas ações devem fazer sentido a fim de que elas se relacionem ativamente na sociedade. Além disso, apontam que a alfabetização científica é um processo contínuo, precisa ocorrer fora da escola, para que o conhecimento científico seja conhecido por todos de forma crítica.

Desenvolve-se alfabetização científica quando, por meio do ensino de ciências, os estudantes, além do conhecimento científico, consigam perceber as vantagens da ciência e também as desvantagens.

2.2.3 Alfabetizar Cientificamente

Segundo Chassot (2003, p. 38), o ideal seria que “[...] os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura de mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo, e transformá-lo para melhor.” Ao entender a ciência, as transformações que ocorrem na natureza podem ser mais facilmente compreendidas, previstas e controladas pelas pessoas que a entenderam. Dessa forma, terão condições para conduzir o resultado dessas transformações para a melhoria da qualidade de vida.

De acordo com Chassot (2003), não basta compreender o ambiente, é preciso, a partir dos conhecimentos que os estudantes adquirem, saber onde irão aplicá-los, para que aplicar e o porquê, entendendo que o lugar onde vivem passa por constantes mudanças; portanto, é necessário que seus habitantes reflitam sobre o que é preciso para que ele melhore sempre.

Sasseron (2012) afirma que a alfabetização deve favorecer a qualquer pessoa a organização do pensamento de forma lógica e, ainda, contribuir para o desenvolvimento de um pensamento crítico e participativo sobre o mundo ao seu redor.

Conforme Durant (2005, p. 25), o que as pessoas realmente precisam ter

[...] é uma percepção sobre o modo pelo qual o sistema social da ciência realmente funciona para divulgar o que é usualmente conhecimento confiável a respeito do mundo natural. O público precisa compreender que às vezes a ciência funciona, não por causa de, mas, sim, apesar dos indivíduos envolvidos no processo de produção e disseminação do conhecimento.

Para entender a ciência, é preciso que a pessoa conheça a maneira pela qual ela se desenvolve. Buscam-se algumas soluções, como na educação formal, onde são incluídos nos currículos materiais sobre a natureza da ciência. Na educação científica informal, da mesma forma, devem-se desenvolver nos estudantes atividades que estimulem a curiosidade e a vontade de descoberta.

Para Chassot (2003), um indicador para uma alfabetização científica é não se submeter à ciência, mas sim saber usá-la. Então, uma das ações necessárias para que ocorra alfabetização científica é que a pessoa aprenda os conhecimentos científicos, mas não fique limitada a isto, a conhecê-los. É necessário que saiba como e onde utilizá-los.

Conforme Laugksch (1999), existem, no mínimo, quatro grupos específicos de pessoas envolvidos no processo de promoção da alfabetização científica. Segundo o autor, esses grupos de interesse – utiliza esse termo para denominar os grupos – caracterizam-se e subdivide-se por existir um tema de interesse comum ao grupo na promoção da alfabetização científica. Laugksch (1999) descreve os interesses dos quatro grupos.

O primeiro grupo é identificado por interessar-se sobre a educação da comunidade científica, preocupa-se com o propósito e desempenho da educação existente. A motivação desse grupo para promover a alfabetização científica é saber: por que ensinar ciências e quais conteúdos utilizar; como os professores podem ensinar competências pessoais, atitudes e valores conforme os objetivos da alfabetização científica no do currículo; onde utilizar os recursos para atingir os objetivos de forma eficaz; as formas de avaliação a serem utilizadas para verificar se os objetivos de ensino foram atingidos. Assim, esse grupo tem como objetivo principal analisar a relação entre a educação formal e a alfabetização científica.

O segundo grupo de interesse é composto por cientistas sociais e pesquisadores de opinião pública sobre questões políticas da ciência e tecnologia. O interesse desse grupo é em relação ao apoio público para a ciência e à tecnologia, assim como sobre a participação do público em atividades de política científica e tecnológica. A esse grupo interessam questões, por exemplo, identificar as fontes de informação científica e técnica dos indivíduos; avaliar a base do conhecimento público científico sobre as limitações da ciência; avaliar as atitudes do público em relação à ciência e à tecnologia em geral e em relação a questões de política em particular.

O terceiro grupo de interesse é formado por sociólogos da ciência e educadores da ciência que utilizam uma abordagem sociológica para a alfabetização científica. O interesse desse grupo é em relação ao respeito com a ciência, ou seja, formas de organização de propriedade e controle da ciência. Esse grupo se interesse em saber a forma como as pessoas

em seus cotidianos entendem e utilizam o conhecimento científico; de que maneira o acesso social, a confiança e a motivação são captados pelo público e dão suporte à ciência; como o público consegue decidir de que forma precisa modificar um conhecimento científico específico para utilizá-lo em suas situações particulares.

O quarto grupo de interesse pode ser classificado e identificado como a comunidade da educação da ciência informal e aqueles envolvidos na comunicação da ciência. Esse grupo é constituído por profissionais que promovem situações educacionais e de conhecimento para que o público em geral possa se familiarizar com a ciência, além daqueles que noticiam e escrevem sobre ciência em geral. Por exemplo, pessoas que trabalham em museus e centros de ciências, jardins botânicos e zoológicos, equipes envolvidas em exposições de ciências, jornalistas e escritores sobre ciência e pessoas que trabalham em programas de rádio e televisão sobre ciência.

Os quatro grupos descritos diferem também por seus públicos-alvo. Segundo Laugksch (1999), o primeiro grupo, que trata de assuntos sobre a educação da comunidade científica, tem como foco a alfabetização científica de crianças e adolescentes. O segundo grupo se interessa pelo apoio público à ciência e à tecnologia; o terceiro grupo, cujo interesse é em relação ao respeito com a ciência, centra-se na alfabetização científica de pessoas fora da escola, ou seja, de adultos. Como o interesse do grupo quatro é a comunicação da ciência, seu público-alvo acaba sendo uma combinação dos públicos dos outros três grupos, isto é, crianças, adolescentes e adultos.

Fourez (2003) afirma que podem ser estabelecidos três grupos de diferentes finalidades para realizar a alfabetização científica. Em cada grupo, almejam-se objetivos diferentes:

- humanistas: têm como finalidade que as pessoas consigam se familiarizar com as criações e inovações das ciências, conseguindo utilizar essas ideias em seu meio, mas ao mesmo tempo mantendo sua criticidade sobre elas.
- sociais: visão à diminuição das desigualdades sociais em relação ao conhecimento científico e compreensão da tecnologia. O foco desse grupo de objetivos é auxiliar as pessoas a adquirir conhecimentos científicos e tecnológicos para conseguirem tomar decisões crítica e democraticamente.
- econômicos e políticos: têm interesse em promover uma formação profissional centrada em tecnologia e ciência, contribuindo com a industrialização e com o aumento do potencial tecnológico e econômico do país.

Laugksch (1999), baseado em Thomas e Durant (1987) e Shortland (1988), lista vários argumentos em favor da alfabetização científica. Conforme Laugksch (1999), esses argumentos podem ser organizados em dois grupos: visão macro e visão micro. O grupo denominado visão macro tem como foco listar dos benefícios da alfabetização científica para a ciência e sociedade; o segundo grupo lista os benefícios da alfabetização científica para a vida de cada pessoa. Descreve-se os argumentos de cada um dos grupos.

Segundo Laugksch (1999), o primeiro grupo, visão macro, utiliza três argumentos em favor da alfabetização científica:

- o primeiro argumento de defesa da alfabetização científica é a relação desta com a estabilidade econômica de uma nação, apontando-se que a riqueza de um país depende de sucesso na competitividade com mercados internacionais e que essa competitividade depende de pesquisa e ordem para produzir produtos de alta tecnologia e explorar novos mercados;
- o segundo argumento utilizado, também ligado à economia, é que pessoas com nível elevado de alfabetização científica apoiam mais a ciência. Isso porque para sustentá-la é preciso ter um mínimo de conhecimentos gerais e saber qual é o trabalho dos cientistas. O terceiro argumento é que a alfabetização científica esclarece às pessoas sobre ciência à medida que compreendem os objetivos, os processos e as capacidades da ciência, promovendo seu entendimento real;
- o terceiro argumento favorável à promoção da alfabetização científica pelo primeiro grupo é a relação existente entre a ciência e a cultura. Muitas vezes, a ciência é vista somente como especialização e tecnicidade, podendo reduzir-se a um bem-estar cultural comum por essa redução, que é feita por falta de conhecimento e compreensão.

O segundo grupo denominado visão micro utiliza dois argumentos favoráveis à promoção da alfabetização científica:

- primeiro argumento: os cidadãos que compreendem melhor a ciência e a tecnologia, por viverem em uma sociedade científica e tecnológica, são capazes de viver nessa sociedade de forma melhor e mais eficiente, pois se sentem mais confiantes e competentes para tratar de assuntos do seu dia a dia relacionados à ciência e à tecnologia;
- o segundo argumento favorável para este grupo é sobre emprego. Devido à evolução tecnológica, pela crescente valorização dos recursos humanos e pela percepção de que

a economia está crescendo a partir do conhecimento, a pessoa cientificamente alfabetizada se torna apta para procurar oportunidades de trabalho ou aproveitar o máximo da tecnologia existente em seu atual trabalho.

2.3 PRODUÇÕES RECENTES

Nesta etapa apresentam-se os resumos das produções recentes relevantes ao tema desta pesquisa: Modelagem Matemática na Educação, Alfabetização Científica e Letramento Científico. Foram selecionados sete artigos, quatro dissertações e duas teses, totalizando 13 produções. Estas foram selecionadas a partir dos resumos obtidos nos *sites* citados e escolhidas para contribuir com este trabalho devido às similaridades com o tema. Buscaram-se as produções sobre Modelagem Matemática na Educação que contemplassem aplicações em sala de aula. Nas produções sobre Alfabetização e Letramento Científico, primou-se por aquelas que tivessem feito algum tipo de verificação da alfabetização e letramento científico dos estudantes.

Na sequência, constam os mapas das produções: Mapa 7 – artigos sobre Modelagem Matemática no Ensino Fundamental e Médio; Mapa 8 – artigos sobre Alfabetização Científica no Ensino Fundamental e Médio; Mapa 9 – tese e dissertações sobre Modelagem Matemática; Mapa 10 – tese e dissertação sobre Alfabetização e Letramento Científico.

Os mapas apresentam-se seguidos da síntese das produções, elaborados a partir da leitura destas; são apontados os objetivos, os procedimentos metodológicos e os resultados de cada uma delas.

2.3.1 Artigos: Modelagem Matemática no Ensino Fundamental e Médio

Mapa 7 – Artigos sobre Modelagem Matemática na Educação

ARTIGOS SOBRE MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO
Modelagem Matemática e a Educação Ambiental: possibilidades para o Ensino Fundamental. Universidade Federal do Paraná. Orientador Prof. Dr. Emerson Rolkouski – UFPR.
Modelagem Matemática e a Sala de Aula. Unicentro – Guarapuava – Ponta Grossa Paraná – 2004.
Perspectivas da Modelagem Matemática e Projetos nas Feiras de Matemática. Universidade Regional de Blumenau – FURB.

Fonte: Elaborado pela autora.

1. *Modelagem Matemática e a Educação Ambiental: possibilidades para o Ensino Fundamental*

O artigo de autoria de Dirce Mayumi Miyasaki apresenta resultados de uma pesquisa que tratou de verificar a possibilidade de compreensão de conceitos matemáticos abordando o tema proporção e desperdício de água, utilizando como método de ensino a Modelagem Matemática.

Essa pesquisa foi realizada durante o ano de 2008, no Colégio Estadual Pedro Macedo, na cidade de Curitiba, PR. Os participantes da pesquisa foram 36 estudantes de 7º ano, faixa etária entre 11 e 15 anos, 6 transferidos durante o decorrer do ano. A pesquisa atingiu também outros 343 estudantes do 7º e 9º anos envolvidos no projeto ambiental chamado Eco-Vida. Os dados empíricos da pesquisa foram obtidos a partir da aplicação do material didático Objeto de Aprendizagem Colaborativo (OAC) – Razão e Proporção –, utilizando o método da modelagem matemática e recursos tecnológicos disponíveis, sendo escolhido o tema, desperdício de água, para o encaminhamento do trabalho em sala de aula. A partir de discussões sobre a temática, os conteúdos sobre razão e proporção serão trabalhados. Para a aplicação desse objeto de aprendizagem, utilizaram-se 4 questionários com questões abertas. O primeiro foi aplicado na fase inicial para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre proporcionalidade. Nos dois questionários seguintes foram desenvolvidas situações-problema aplicando a matemática referente à proporcionalidade. No último questionário, os estudantes expuseram os conhecimentos adquiridos no decorrer do trabalho. Conforme a autora, a partir desse tema foi possível desenvolver o Projeto Eco-Vida dentro do Projeto Pedagógico do Colégio, no qual 13 turmas pesquisaram sobre os temas escolhidos e elaboraram trabalhos em equipes para apresentar na 6ª Mostra Cultural do Colégio. Todas as turmas de nono anos pesquisaram sobre energia e os sétimos anos pesquisaram sobre aquecimento global, reciclagem, camada de ozônio e problemas relacionados ao lixo e à água. Além da pesquisa escrita, os estudantes puderam apresentar suas produções escolhendo a forma de apresentação.

Os principais resultados foram: a Modelagem Matemática se apresenta como um método possível em sala de aula por promover experiências significativas de aprendizagem e melhorar a motivação e o nível de participação dos estudantes. Foi possível desenvolver habilidade na resolução dos problemas propostos, destacando como obstáculo para a implantação da Modelagem o tempo e o conteúdo programático a cumprir. Em relação à compreensão das questões sobre o desperdício de água, acredita-se que o uso do método

utilizado parece ter influenciado a opinião dos estudantes, isso se afirma com base nas sugestões dos próprios estudantes para amenizar ou reverter esse problema.

2. Modelagem Matemática e a Sala de Aula

O artigo de autoria de Dionísio Burak trata dos diversos aspectos favorecidos pela Modelagem Matemática como alternativa metodológica para o ensino de Matemática, concepção do autor deste artigo.

Nesse texto, apresenta-se o exemplo de um problema que pode ser resolvido usando modelagem matemática: calcular o custo do transporte do barro até o local onde se fabricavam telhas e tijolos. O autor destaca que, com o uso desse problema, gera-se discussão e levantamento de diversos questionamentos, hipóteses, e a cada hipótese surgem novas questões oportunizando novas discussões. Os conteúdos matemáticos podem ser desenvolvidos a partir do tema escolhido, isso porque dados são coletados com base nas hipóteses levantadas pelo grupo, oportunizando-se a construção dos modelos matemáticos. Além desse primeiro exemplo, mais dois sobre as construções de modelos são apresentados, um em relação ao número de ripas de uma cerca e outro sobre a soma dos múltiplos de um número. Essa é a concepção adotada pelo autor quanto à Modelagem Matemática em sala de aula como uma metodologia para o ensino. Conforme o autor, a Modelagem Matemática em sala de aula é desenvolvida em cinco etapas: escolha do tema, pesquisa exploratória, levantamento de problemas, resolução dos problemas e desenvolvimento da Matemática relacionada ao tema, análise crítica das soluções.

Os resultados encontrados foram: a apresentação de uma nova perspectiva para o ensino de Matemática a partir da Modelagem Matemática; o trabalho com Modelagem enfatiza o interesse, favorecido pela escolha de um tema, sendo possível a construção de conceitos e do conhecimento matemático; a Modelagem na Educação favorece a interação dos estudantes com seu meio ambiente pelo fato de os temas dos problemas estarem próximos de seus interesses.

3. Perspectivas da Modelagem Matemática e Projetos nas Feiras de Matemática

O artigo de autoria de Maria Salett Biembengut e Vilmar José Zermiani trata das confluências dos procedimentos da modelagem matemática e do projeto na pesquisa e da

aplicação desses procedimentos no ensino de matemática favorecendo aos estudantes a compreensão e conhecimento do meio em que vivem.

Os dados foram obtidos a partir de uma atividade realizada por estudantes participantes das Feiras Catarinenses de Matemática, realizadas anualmente desde 1985. O propósito das Feiras é apresentar atividades extracurriculares que fossem realizadas em sala de aula, com a orientação dos professores; assim, a maior parte deles foi realizada na forma de projeto. Um desses trabalhos, e o que foi descrito neste artigo, é o de um grupo de estudantes das séries finais do Ensino Fundamental e o título do trabalho é A Matemática do Milho.

O trabalho é iniciado com diversos dados sobre o milho: sua história, os tipos, representação da função e o cálculo da altura máxima. Identificaram os alimentos que fornecem energia ao corpo, destacando o milho como um deles e assim buscaram muitas informações sobre ele. Depois disso, cada estudante do grupo plantou e cuidou de um grão de milho para acompanhar o desenvolvimento e, através das observações, elaboraram uma tabela.

A partir da tabela com as anotações, criaram um gráfico, percebendo que a função descrita se aproximava de uma parábola, uma função do 2º grau. Com base no gráfico, calcularam a altura máxima do pé de milho e quanto tempo demorou para atingir essa altura. Após comparação dos resultados com o gráfico, perceberam uma margem de erro, pelo fato de terem medido a folha maior da planta e não do broto, por isso plantaram outro grão para futuras observações.

Fizeram um bolo de milho, um momento de descontração, mas que teve como objetivo a comparação dos valores da tabela nutricional com a quantidade necessária para o corpo. Como conclusão, fizeram observações referentes à importância do milho na alimentação, ao cuidado de uma planta, ao cuidado que se deve ter na análise de dados de uma pesquisa e sobre a quantidade de calorias ingeridas e quanto o corpo precisa consumir.

Os resultados obtidos a partir desse exemplo foram: justifica-se a necessidade da modelagem matemática na Educação e no caso dos projetos, pois os estudantes estão trabalhando, estudando para compreender sobre algo do mundo em que vivem, sobre algo que eles têm interesse; a modelagem, quando utilizada através de projetos, mesmo não sendo uma atividade curricular e realizada por poucos estudantes, favorece a melhora da Educação Matemática, uma vez que o resultado de sua utilização visa a contribuir para uma sociedade melhor; favorece-se um conhecimento dos estudantes e professores sobre o seu meio, instigando a comunidade escolar a promoverem o desenvolvimento da escola, realizando as mudanças na Educação.

2.3.2 Artigos: Alfabetização Científica no Ensino Fundamental e Médio

Mapa 8 – Artigos sobre Alfabetização Científica

ARTIGOS SOBRE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA
Alfabetização Científica e Argumentação escrita: proposições reflexivas. PPGEDU – Universidade Federal de Pernambuco.
Alfabetização Científica: pensando na aprendizagem de Ciências nas Séries Iniciais através de atividades experimentais. Universidade Estadual de Feira de Santana. Publicado na revista <i>Experiências em Ensino de Ciências</i> , v. 6, n. 1, p. 113-131, 2011.
Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. Faculdade de Educação da USP. Publicado na revista <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.
Um estudo sobre Alfabetização Científica com Jovens Catarinenses. Universidade Federal de Santa Catarina. Publicado na revista <i>Psicologia: Teoria e Prática</i> , v. 8, n. 1, p. 95-106, 2006.

Fonte: Elaborado pela autora.

1. *Alfabetização Científica e Argumentação escrita: proposições reflexivas.*

O artigo de Magadã Lira e Francismar Martins Teixeira teve como objetivo analisar como a argumentação escrita dos alunos nas aulas de ciências naturais favorece o processo de alfabetização científica. Os autores obtiveram os dados empíricos através da análise de 16 cartas argumentativas produzidas por crianças do segundo ano do Ensino Fundamental de uma escola particular de ensino da cidade do Recife. Para essa pesquisa e para que fosse possível a apresentação das ideias e dos argumentos pelos estudantes, propôs-se a realização de uma sequência didática sobre a borboleta, com o propósito de motivar os estudantes a manifestarem suas opiniões.

As atividades propostas nessa sequência didática foram a leitura e a discussão oral de uma história em quadrinho sobre a borboleta; na sequência, contaram uma história que promoveu reflexões sobre o animal, sobre o respeito às diferenças e o cuidado com o outro. Para finalizar, como haviam estudado sobre o Ibama, solicitaram aos estudantes que se imaginassem na função de um agente do Ibama e que escrevessem uma carta aos insetos da floresta, tentando convencê-los de não matar a lagarta. Com essas produções, foi possível examinar o funcionamento cognitivo característico do processo de alfabetização científica,

além de possibilitar um contexto para que eles articulassem seus conhecimentos na resolução de problema.

As autoras buscaram identificar nas produções escritas os elementos da argumentação, utilizando o modelo de Toulmin, analisando-as a partir dos indicadores de alfabetização científica propostos por Sasseron, relacionando o discurso argumentativo encontrado nas produções com o processo de alfabetização.

Os principais resultados obtidos foram: os indicadores de alfabetização científica são encontrados mais nas produções argumentativas escritas; as produções argumentativas estimulam o trabalho baseado nos eixos estruturais do processo de alfabetização científica, como compreensão básica dos termos, conhecimentos e conceitos; entendimento das relações existentes entre sociedade e meio ambiente; compreensão dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática.

2. Alfabetização Científica: pensando na aprendizagem de Ciências nas Séries Iniciais através de atividades experimentais

O artigo de autoria de Sirley Jackelline Silva Gadéa e Rejane Cristina Dorn teve por objetivo verificar quais as possibilidades de ensino e aprendizagem dos conceitos físicos para crianças das primeiras séries do Ensino Fundamental e identificar quais as evidências necessárias para a assimilação e compreensão dos conceitos físicos.

Os dados empíricos foram obtidos a partir do desenvolvimento de atividades experimentais, lúdicas que proporcionassem a aprendizagem significativa, chegando à Alfabetização Científica. Essas atividades foram adaptadas ao contexto dos estudantes, gerando uma interação entre professor, aluno e objeto estudado, despertando a curiosidade nesses sujeitos.

As atividades propostas foram realizadas em diversos ambientes na cidade de Feira de Santana, BA, com crianças com idades entre 3 e 12 anos. Foi feita uma divisão das crianças por idade para melhor compreender e analisar o comportamento delas durante os estágios, o desenvolvimento das estruturas operacionais e também os critérios utilizados para observar o material produzido pelas crianças após as atividades, como relato escrito, desenhos e discussões em forma de diálogos.

Para realizar as atividades, as crianças foram divididas em grupos, cada um com cinco crianças – separadas de acordo com a idade e seu estágio cognitivo – e temática própria, havendo um monitor em cada grupo. Ao iniciar a atividade, o monitor fazia uma explanação

sobre a área de estudo, sendo que os experimentos englobavam cinco das diversas áreas da Física, utilizando-se experimento na área de Mecânica, Fluidos, Eletricidade, Ótica e Som.

Os principais resultados foram: o desenvolvimento cognitivo das crianças está ligado às suas atitudes, falas e comportamento; quando é exigida da criança uma explicação sobre o que está fazendo e por que está fazendo em relação a um experimento, aponta-se certa dificuldade; as crianças de 3 a 4 anos conseguem expor sua opinião sobre o problema, porém sem conseguir estabelecer explicações; as crianças de 5 anos conseguem expor a causa do problema sem entendê-lo; a partir das falas das crianças, identificou-se que apresentam uma estrutura cognitiva bem desenvolvida; verificou-se que através da fala há maior interação entre as crianças, destaca-se que a interação é um fator muito importante na assimilação, acomodação e apreensão do conhecimento e conseqüentemente na aprendizagem tornando-a significativa; as atividades lúdicas proporcionam às crianças novas formas de aprendizagem, pois elas conseguem adquirir conhecimento científico de forma mais interessante e atraente.

3. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo

O artigo de autoria de Lúcia Helena Sasseron e Anna Maria Pessoa de Carvalho teve como objetivo identificar de que modo uma sequência didática elaborada para trabalhar questões envolvendo CTSA pode iniciar o processo de Alfabetização Científica nas séries iniciais do Ensino Fundamental.

As autoras obtiveram os dados empíricos a partir de uma pesquisa na Escola de Aplicação da FEUSP, com uma turma de terceira série do Ensino Fundamental, em 11 aulas. Foram propostas sequências interdisciplinares no ensino de Ciências que introduzissem os estudantes no universo das Ciências, tendo como meta favorecer a eles possibilidades de envolvimento com problemas e questões relacionadas a fenômenos naturais.

A sequência interdisciplinar utilizada foi intitulada “Navegação e Meio Ambiente”; tópicos sobre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente foram discutidos durante as atividades. As atividades da sequência foram iniciadas com o seguinte problema: deveriam construir um barquinho em folhas de alumínio capaz de transportar grande número de peças metálicas sem afundar. Foi possível buscar informações e realizar discussões sobre história da navegação e meios de transporte aquáticos e discutir sobre problemas ambientais. Os estudantes também participaram do jogo “Presa e Predador”, que possibilitou discutir sobre a dinâmica das populações, a relação entre os diferentes seres vivos, fenômenos científicos que

possibilitariam melhorias à sociedade e até questões ambientais geradas pela intervenção humana.

Os principais resultados foram: as discussões propostas levaram os estudantes a usar habilidades dos indicadores da Alfabetização Científica; os estudantes construíram explicações consistentes e coerentes sobre as questões propostas; apresentaram uma grande organização de informações existentes e construções que tentam explicar as ideias trabalhadas; encontraram o uso do raciocínio lógico que proporcionou coesão e coerência aos argumentos e do raciocínio proporcional como forma de entender e explicar as relações entre os seres vivos; os estudantes encaminharam-se à Alfabetização Científica; o tema da sequência didática, sendo do interesse dos estudantes, é um fator motivacional ao envolvimento dos estudantes nas discussões gerando um trabalho conjunto e coordenado.

4. *Um estudo sobre Alfabetização Científica com Jovens Catarinenses*

O artigo de autoria de Clélia Maria Nascimento Schulze teve por objetivo mensurar o nível de alfabetização científica dos estudantes da terceira série do ensino médio de escolas de Florianópolis e Criciúma.

A autora obteve os dados empíricos utilizando o Teste de Alfabetização Científica de Laugksch e Spargo. A versão do teste, adotada neste trabalho, possui 110 itens no formato de resposta “Verdadeiro – Falso – Não sei”, que busca identificar o conhecimento, habilidades e atitudes que cada estudante deveria possuir como consequência de sua experiência escolar, para que possa ser considerado cientificamente alfabetizado. Nessa pesquisa, o teste foi aplicado em dois momentos. Em primeira instância, a um grupo de professores de ciências de escolas particulares e públicas de Florianópolis, São José, Palhoça e Criciúma, 20 com formação em Biologia, 27 em Física e 16 em Química. No segundo momento, foi aplicado a um grupo de 754 estudantes das mesmas cidades dos professores e também de escolas públicas e particulares. Os professores responderam ao teste individualmente na presença dos pesquisadores, já os estudantes responderam ao teste coletivamente em sala de aula na presença de um pesquisador e do professor responsável.

Os principais resultados obtidos foram: 81% dos professores podem ser considerados cientificamente alfabetizados; 36,5% dos estudantes podem ser considerados cientificamente alfabetizados; em relação ao resultado dos professores, a autora destaca que não se deve ter conclusões generalizadas; no caso da pesquisa com os estudantes é diferente, pois a amostra de 754 sujeitos é considerada representativa dos estudantes concluintes do ensino médio em

Florianópolis e Criciúma, permitindo a generalização em certo grau de várias conclusões; os resultados apontam uma disparidade considerável entre o desempenho dos estudantes das escolas públicas e particulares; os segundos tiveram um desempenho melhor do que os primeiros quanto ao conhecimento científico.

Em relação aos resultados, a autora aponta também que os resultados dos estudantes não foram satisfatórios e que muitos deles não são competentes o suficiente para serem considerados alfabetizados cientificamente, inclusive os da rede pública. Além disso, os resultados obtidos são indicadores para as ações necessárias de contribuição da difusão da ciência. A partir dessa realidade, sugere-se uma versão do teste mais aplicável ao contexto brasileiro e a outros setores da população e em outros estados. Em consequência, a construção de outros testes baseados neste sobre áreas específicas, como preservação da AIDS, preservação ambiental e envelhecimento.

2.3.3 Tese e Dissertações: Modelagem Matemática na Educação

Mapa 9 – Dissertações sobre Modelagem Matemática na Educação

DISSERTAÇÕES SOBRE MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO
O Tratamento de Questões Ambientais através da Modelagem Matemática: um trabalho com alunos do Ensino Fundamental e Médio. Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro, 2003.
Modelagem Matemática Gráfica: instigando o senso criativo dos estudantes do Ensino Fundamental. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUCRS, 2012.
Modelagem Matemática: uma proposta para o ensino de matemática. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS, 2006.
Modelagem Matemática no Ensino-Aprendizagem: ação e resultados. Universidade Federal do Pará, Belém, 2005.

Fonte: Elaborado pela autora.

1. *O Tratamento de Questões Ambientais através da Modelagem Matemática: um trabalho com alunos do Ensino Fundamental e Médio*

A tese de autoria de Denise Helena Lombardo Ferreira teve como objetivo verificar a participação dos alunos em atividades pedagógicas organizadas a partir de questões ambientais abordadas na perspectiva da Modelagem Matemática e quais elementos sociais e pedagógicos se tornam presentes ao se abordar questões ambientais a partir da Modelagem Matemática como estratégia de ensino-aprendizagem.

A autora obteve os dados empíricos a partir da realização da pesquisa em duas escolas estaduais de Rio Claro, SP. Na Escola Estadual Coronel Joaquim Salles, foi feita a pesquisa no Ensino Fundamental com alunos do 8º ano. Na Escola Estadual Joaquim Ribeiro, a pesquisa no Ensino Médio com alunos da 3ª série. A pesquisa realizada no Ensino Fundamental contou com 10 alunos, a maioria de 13 anos.

Na pesquisa realizada com os estudantes do Ensino Fundamental, inicialmente eles tomaram conhecimento sobre Educação Ambiental, após escolheram temas sobre esse assunto. Na sequência, foram orientados a coletar dados sobre os temas, com o objetivo de formular problemas sobre eles. A partir disso, elaboraram resumos com as ideias encontradas. Realizaram atividades, com possíveis explicações de vários conteúdos matemáticos, a fim de esclarecer dúvidas sobre os temas escolhidos: água, lixo e reciclagem, energia elétrica e desmatamento. Após a realização de todas as atividades, os alunos fizeram cartazes e apresentaram os modelos elaborados para uma turma do 7º ano.

A pesquisa realizada no Ensino Médio ocorreu durante as aulas. Inicialmente, solicitou-se ao grupo que escolhessem temas sobre a Educação Ambiental, e esse momento foi aproveitado para fazer um comentário sobre a importância da Matemática. Os temas escolhidos foram água, lixo, reciclagem e energia elétrica. Questionamentos sobre a taxa de crescimento da população para os próximos anos levaram à criação de modelos pelos alunos para a resolução desse problema. Após esse momento, cada grupo realizou uma atividade.

A autora teve algumas dificuldades durante as atividades com o ensino, tanto por parte dos alunos quanto por parte dos professores da escola. A intenção era que cada grupo trabalhasse com investigações sobre o tema, mas, como não foi possível, decidiu-se trabalhar com a turma toda com o mesmo tema. Utilizou-se para isso a construção da função do valor cobrado pelo consumo de água e de energia elétrica. Inicialmente conversaram sobre o tema e depois realizaram as atividades para encontrar o modelo.

Os principais resultados obtidos tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio foram: os alunos compreenderam a importância da água para a vida e a necessidade de seu uso com moderação; distinguiram os diversos usos da água; conheceram como é feito o cálculo do valor a ser cobrado pelo consumo de água; conheceram o processo de tratamento da água; estimaram o consumo de água para os próximos anos; construíram a função para representar o cálculo do valor a ser cobrado pelo consumo de água; conheceram como é feito o cálculo do valor a ser cobrado pela coleta do lixo; estimaram a produção de lixo para os próximos anos; compararam a capacidade do novo aterro sanitário com a produção de lixo gerada; distinguiram os diversos usos da energia elétrica; conheceram como é feito o cálculo

do valor a ser cobrado pelo consumo de energia elétrica; calcularam a meta do consumo de energia elétrica imposta pelo governo para suas residências e para a escola; calcularam o consumo de energia elétrica dos equipamentos de suas residências; estimaram o consumo de energia elétrica para os próximos anos e construíram a função para representar o cálculo do valor a ser cobrado pelo consumo de energia elétrica; calcularam a porcentagem da área total das praças dos bairros e a porcentagem de desapropriação do Horto Florestal.

A autora da pesquisa sugere que este trabalho seja utilizado em outras escolas, mas é necessário um ambiente em que se destaque a troca de experiências, a reflexão, a discussão e a análise crítica. Destaca que os alunos desejam trabalhar com situações reais, porém os professores ficam inseguros; devido a isso, a formação dos professores deve ser a de um professor pesquisador. Por fim, aponta que para utilizar a Modelagem é preciso muito tempo, este trabalho poderia ser feito paralelamente com as atividades de sala de aula.

2. Modelagem Matemática Gráfica: instigando o senso criativo dos estudantes do Ensino Fundamental

A dissertação de autoria de Elisa Maria Almeida Brites objetivou analisar as possibilidades da modelagem matemática gráfica por meio da produção de desenhos no estímulo e no desenvolvimento do senso criativo dos estudantes do 6º e do 7º ano do Ensino Fundamental.

A autora obteve os dados empíricos a partir da aplicação de um guia de apoio didático por meio da modelagem gráfica, foi escolhido um único tema, o mangá, por ser uma das histórias em quadrinho mais popular entre as crianças. A pesquisa ocorreu em 13 encontros de 2 horas-aula cada, com um grupo inicial de 72 estudantes do 6º e 7º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública federal de Porto Alegre, dividido em quatro grupos que recebiam aulas de apoio pedagógico em horário especial. A pesquisa foi concluída com 42 estudantes.

As atividades foram realizadas de acordo com as etapas de modelagem definidas por Biembengut. Inicialmente os estudantes foram levados a buscar dados e informações sobre mangá para que pudessem se inteirar do tema. Na sequência, fizeram apresentações e escreveram textos sobre mangá. Foram realizadas atividades para que eles percebessem a matemática em situações do cotidiano. Após esses momentos, foram dadas explicações sobre os materiais de desenho para que aprendessem a manuseá-los e também explicações sobre

alguns conceitos básicos de geometria, como medir segmentos de reta e desenhar circunferências.

A próxima fase da pesquisa era apresentar aos estudantes um modelo guia de mangá e ensiná-los os conteúdos matemáticos necessários para isso. O modelo guia era o desenho do rosto de um mangá. A terceira e última fase foi o momento no qual os estudantes criaram seus próprios modelos de mangá, conseguindo usar a imaginação e criatividade, utilizando o modelo guia ensinado e visto por eles em desenho na TV. Quando os trabalhos foram concluídos, organizou-se uma amostra dos modelos com visitação durante a reunião de pais e mestre num total de 52 trabalhos; dentre estes, os próprios estudantes escolheram 11 como os mais representativos.

Para a análise dos dados, foram utilizados os 11 trabalhos selecionados pelos estudantes. A análise foi feita a partir dos critérios utilizados por Torrance em um teste de criatividade adaptado por Wechsler. Esses critérios não foram pontuados, apenas registrou-se a sua ocorrência.

Os principais resultados obtidos foram: o método de modelagem gráfica possibilitou que os estudantes expressassem suas percepções e também aprendessem conteúdos matemáticos, superando seus limites e lacunas; o método valorizou as preferências e o contexto dos estudantes podendo auxiliá-los a preencher lacunas de conteúdos explicados em outro tipo de aula; os conhecimentos matemáticos relativos às transformações geométricas estimularam a percepção espacial dos estudantes; foi identificada a capacidade do pensamento criativo, conforme Torrance; os conhecimentos prévios dos estudantes foram fundamentais para o trabalho; a professora pesquisadora não será mais apenas mera repassadora de conteúdos matemáticos; o senso criativo dos estudantes foi instigado por meio da modelagem matemática gráfica.

3. Modelagem Matemática: uma proposta para o ensino de matemática

A dissertação de autoria de Cláudia Regina Confortin Viceli teve como objetivo verificar como a utilização da Modelagem Matemática contribui para a construção do conhecimento matemático de alunos de sétima série do Ensino Fundamental e analisar a evolução do interesse e do desempenho dos alunos diante dos trabalhos com Modelagem Matemática.

A autora da pesquisa obteve os dados empíricos a partir da realização de atividades de modelagem matemática sobre produtos notáveis e sistema de equações, que foram

antecedidas por atividades de um trabalho interdisciplinar com Educação Artística, em que os estudantes construíam figuras geométricas. A pesquisa foi desenvolvida com estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública localizada no município de Marau, RS. Os estudantes escolhidos foram de duas turmas, com aproximadamente 35 alunos cada, alunos estes que apresentavam dificuldade em relação à disciplina de matemática.

As atividades de modelagem sobre produtos notáveis foram iniciadas com um trabalho com material concreto contendo peças coloridas de cartolina, sendo montadas expressões algébricas do 1º e do 2º grau. Na sequência, utilizaram esse material para modelar a resolução de equações do 1º grau e fatoração. Resolveram exercícios que representavam situações-problema de expressões algébricas utilizando-se das peças elaboradas, por exemplo, *“Lembrando que $+x$ é representado por um retângulo branco, $-x$ por um retângulo preto e $-x^2$ por um quadrado preto, a representação da expressão $(-3x).(2x)$ é:”*. Conforme a autora da pesquisa, os alunos criaram seus modelos próprios a partir da realidade durante essas atividades. Quando concluídas essas atividades, passou-se para Sistema de Equações, sem que os estudantes percebessem que era outro assunto. Para iniciar as atividades dessa etapa, a pesquisadora disse aos alunos que a aula seria de histórias e perguntou se tinham preferência por algum tema. Um aluno pediu que os personagens fossem animais. Ela contou uma história como a seguinte: *“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?”* Os estudantes perceberam que a história se tratava de um probleminha, conforme dito por eles, e esse momento se repetiu várias vezes, os estudantes também contavam histórias, mas sempre relacionadas ao seu dia a dia.

Os principais resultados foram: utilizando a Modelagem Matemática, a mudança nas aulas foi significativa, sanando problemas de relacionamento, aprendizagem e indisciplina, os alunos participaram e demonstraram interesse; eles criaram estratégias para resolver os problemas apresentados, sendo levados à investigação de uma situação da realidade, gerando a reflexão; os estudantes sentiram-se valorizados e motivados por estarem aprendendo e conhecendo conteúdos significativos para a vida, tornando-se cidadãos preparados e capazes; trabalhar com Modelagem significa fazer um trabalho interdisciplinar, pois várias áreas são envolvidas relacionando a matemática às vivências dos alunos; o professor que utiliza a Modelagem deve repensar constantemente sua prática pedagógica, sendo motivador, questionador, aberto a críticas e a perguntas.

4. *Modelagem Matemática no Ensino-Aprendizagem: ação e resultados*

A dissertação de autoria de Arthur Gonçalves Machado Júnior objetivou pesquisar quais evidências e indícios de envolvimento e de aprendizagem são apresentados pelos personagens do ambiente de ensino, proporcionado pela Modelagem Matemática.

O autor obteve os dados empíricos a partir da aplicação de duas atividades realizadas com 38 alunos no 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública da rede estadual de ensino localizada em um bairro de periferia de Belém do Pará.

A primeira atividade foi intitulada de A Regra do Guarda Rodoviário, que tinha como objetivo apresentar o conceito e a resolução de equações do 2º grau e também de resgatar as propriedades das potências e radicais. Foi desenvolvida em sala de aula com os alunos, em 4 aulas e teve dois momentos. No primeiro, fez-se a leitura de um texto pelos estudantes a fim de discutir as leis de trânsito e identificar os conhecimentos dos estudantes sobre o assunto, já contribuindo com as discussões realizadas para a construção da cidadania; o segundo momento consistiu em uma atividade para auxiliar na construção do conhecimento matemático.

A segunda atividade elaborada para a aplicação nomeada de Os Vendedores de Açaí teve como finalidade construir conceitos de função no Ensino Fundamental. Foi realizada em 8 aulas e teve três momentos. O primeiro foi a leitura de um texto pelos estudantes contendo comentários sobre o açaí e como o fruto e a árvore poderiam ser industrializados e comercializados. Esse momento objetivou levar os alunos à investigação; no segundo momento, os alunos elaboraram um questionário para fazer um levantamento de dados sobre a comercialização do suco de açaí, sendo o tema sugerido pelo pesquisador da pesquisa e o tema do questionário escolhido pela maioria dos alunos; no terceiro momento, para finalizar, foram convidadas cinco pessoas para facilitar a discussão em sala de aula. Após a coleta dos dados, foi realizada uma discussão, levantados assuntos importantes e, com os dados, elaboradas planilhas.

Os principais resultados foram: o ambiente oportunizado pela modelagem matemática proporcionou aprendizagem significativa aos estudantes desenvolvendo inquietações pela busca de conhecimentos desconhecidos; as atividades acompanhadas de textos proporcionaram discussões, o que contribuiu com a construção do cidadão crítico e reflexivo; as atividades de modelagem realizadas em sala de aula proporcionaram sentido aos conceitos aprendidos e a forma como essas atividades foram encaminhadas despertou no aluno autonomia em relação ao saber, além do sentido de grupo nos alunos; ao professor da turma foi possível perceber

que existem outras maneiras de ensinar matemática e que a forma como os conteúdos são abordados facilita a relação entre professor e aluno; o professor pesquisador percebeu que o ensino de algoritmos deve ser utilizado em sala de aula de forma diferenciada, a fim de proporcionar motivação no ensino dos conteúdos; as interações entre os personagens do ambiente de ensino geram aprendizagem significativa.

2.3.4 Tese e Dissertação: Alfabetização e Letramento Científico

Mapa 10 – Tese e dissertação sobre Alfabetização e Letramento Científico

TESE E DISSERTAÇÃO SOBRE ALFABETIZAÇÃO E LETRAMENTO CIENTÍFICO
Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula. Universidade de São Paulo, 2008.
Categorização do nível de letramento científico dos alunos do Ensino Médio. Universidade de São Paulo, 2007.

Fonte: Elaborado pela autora.

1. *Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula*

A tese de autoria de Lúcia Helena Sasseron teve por objetivo mostrar como as diferentes situações, os diferentes momentos, as discussões e as argumentações na sala de aula se relacionam e fornecem indícios de que a Alfabetização Científica começa a ocorrer entre os alunos dos primeiros anos do Ensino Fundamental; verificar se as habilidades necessárias aos alfabetizados cientificamente estão sendo trabalhadas entre os alunos dos primeiros anos do Ensino Fundamental.

O autor obteve dados empíricos a partir da aplicação de uma sequência didática denominada “Navegação e Meio Ambiente” com 11 atividades. Participaram das atividades trinta estudantes, com idades entre 9 e 10 anos de uma terceira série do Ensino Fundamental da Escola de Aplicação da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

A primeira atividade foi um desafio matemático, no qual os alunos precisavam encontrar uma solução para atravessar três homens de uma margem a outra de um rio com a ajuda de um barco que não suporta mais do que 130 quilogramas. A segunda atividade foi de conhecimento físico, denominada “O problema do barquinho”, um problema que instiga os alunos a construir um barquinho, em folhas de papel alumínio. O barquinho, quando colocado sobre a água, precisa carregar o maior número de arruelas de ferro ou pedrinhas sem afundar.

A atividade 3 correspondeu à leitura e discussão do texto “Conversando um pouco sobre o problema do barquinho”, com a finalidade de organizar as ideias discutidas na atividade anterior. Na atividade 4, foi feita a discussão sobre barcos, os diferentes tipos e suas utilidades, para que eles escrevessem suas conclusões sobre esses itens. A atividade 5 foi a investigação a partir de pesquisa realizada fora da sala de aula sobre imagens de embarcações.

Na atividade 6 foi realizada a leitura e discussão do texto “Mantendo navios na água”. Nesse texto, apresentou-se a ideia do lastro, o que promoveu as discussões das próximas atividades. Na atividade 7, foi feita a leitura e discussão do texto “Vida marinha na água de lastro”; as discussões envolveram a existência de seres vivos na água dos tanques de lastro e as consequências que podem surgir quando um navio leva esses seres de um ponto para outro do globo terrestre.

Na atividade 8, os alunos participaram do jogo “Presas e Predador, com o propósito de gerar discussões sobre as relações existentes entre os diferentes indivíduos da cadeia alimentar e as consequências do crescimento ou da diminuição de uma dessas espécies. Na atividade 9, fizeram a análise dos dados da tabela que continha os dados do jogo realizado anteriormente fazendo relações entre eles. A atividade 10 contou com a leitura e discussão do texto de sistematização “Entendendo o jogo Presas e Predador”, a fim de retomar as regras do jogo, deixando claras as relações existentes entre as espécies e as consequências das alterações. Na atividade 11, foi realizada a leitura e discussão do texto “A história do mexilhão viajante”, que traz dados sobre a introdução de mexilhões dourados no sul do Brasil trazidos pela água de lastro.

Para a análise dos dados coletados, utilizaram-se os eixos estruturantes da Alfabetização Científica, organizados pela autora da pesquisa: a compreensão dos conceitos e termos básicos das ciências, da natureza das ciências e das relações entre os conhecimentos das ciências, suas tecnologias, a sociedade e o meio ambiente.

Os principais resultados foram: dificuldade de trabalhar todos os eixos em uma única aula, pois cada atividade é específica e usa um eixo em cada momento; esses eixos podem ser utilizados como referencial para o planejamento de propostas que visem à Alfabetização Científica na escolarização; os eixos estruturantes apareceram nas onze atividades realizadas; mesmo os eixos estando presentes nas atividades, eles só são verdadeiramente desenvolvidos se houver discussão e argumentação por parte dos alunos sobre os conceitos científicos, como eles se desenvolveram e as consequências para a sociedade; considerando o ciclo argumentativo, o professor deve ter consciência que suas perguntas devem ser feitas respeitando o momento da construção do conhecimento em que os estudantes se encontram;

mesmo não satisfatório, é possível afirmar que boa parte dos alunos evidenciou estar em processo de Alfabetização Científica; as propostas como a realizada nesta pesquisa podem gerar bons resultados para formar alunos capazes de utilizar conceitos e atitudes científicas em seu dia a dia, na tomada de decisões sobre questões que lhe afetam direta ou indiretamente.

2. *Categorização do nível de letramento científico dos alunos do Ensino Médio*

A dissertação de autoria de Jonny Nelson Teixeira objetivou elaborar um questionário para medir o nível de letramento científico em Óptica básica dos alunos de Ensino Médio; classificar o nível de letramento científico dos alunos em estágios ou categorias, a fim de facilitar uma posterior ação para o aumento dos níveis de letramento científico; indicar para futuros trabalhos estratégias e novas metodologias para propiciar o aumento do nível de letramento científico dos alunos.

Para obter os dados empíricos, o autor aplicou os questionários elaborados a estudantes do terceiro ano do Ensino Médio da Escola Estadual Brigadeiro Gavião Peixoto. Os questionários têm, em sua maioria, problemas abertos nos quais se deve utilizar o conhecimento aprendido no segundo ano. As questões foram elaboradas em formato de problemas referentes ao cotidiano com situações relacionadas às cores, interação entre reflexão e absorção de luzes brancas e coloridas em materiais onde ocorrem absorção e reflexão, total ou parcial.

Para medir o letramento científico, as questões deveriam ter impacto da ciência e tecnologia na vida do aluno e na vida das pessoas em sua volta. O questionário elaborado tem oito questões sobre fenômenos ópticos, começando com as questões para a medida crescente dos níveis de letramento científico. Além das questões conceituais nas quais são cruzadas as medidas de letramento científico e as competências e habilidades que os alunos deveriam ter, foram aplicados dois questionários elaborados para uma demonstração e um experimento com cores.

O primeiro experimento é chamado de “bolinha colorida”, pois é feito com uma bolinha branca de ping-pong e três LEDs de cores azul, verde e vermelha. O segundo questionário é composto por cores diferentes, iluminado por luzes coloridas, as luzes de cores primárias, e tem como objetivo fazer com que os alunos resolvam um pequeno problema. O questionário três objetiva avaliar se o aluno tem o conceito de reflexão e absorção das cores

da luz pelos pigmentos dos objetos; utilizar os conhecimentos adquiridos para resolver a situação proposta.

Os principais resultados foram: problemas dos estudantes ao usar conceitos, aplicá-los e resolver situações do cotidiano também na leitura e interpretação; 53,3% dos estudantes concluintes do ensino médio têm um nível baixo de letramento científico; cerca de 70% da turma não conseguem distinguir os fenômenos principais da Óptica e muito menos usá-los para resolver problemas; apenas 30% dos alunos possuem conhecimentos para explicar e utilizar conceitos básicos para resolver problemas práticos; quando os estudantes fizeram uma exposição sobre conceitos de Física, eles foram desafiados e viraram protagonistas da aprendizagem, apropriando-se da responsabilidade da construção de seu conhecimento.

2.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Este capítulo foi realizado em duas etapas – teoria suporte e produções recentes. A partir disso, buscou-se subsídio para a coleta e análise dos dados empíricos, com o objetivo de estudar a alfabetização científica de estudantes de Ensino Fundamental e Médio por meio da modelagem matemática. Esse estudo auxiliou na identificação de informações relevantes da teoria sobre Modelagem Matemática e Alfabetização e Letramento Científico.

Da teoria sobre modelagem matemática, julgou-se relevante utilizar como método de ensino a modelação matemática da teoria de Biembengut (no prelo) pelos seguintes aspectos:

- utiliza-se tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior, tendo como objetivo a promoção de conhecimento do estudante;
- desperta a curiosidade pela matemática, por ser essencialmente um método de pesquisa, por trabalhar por meio de situações do dia a dia;
- favorece aos estudantes melhor compreensão e apreensão dos conceitos matemáticos.

Sobre alfabetização e letramento científico, adotam-se as concepções utilizadas pelo PISA – que usa o termo Letramento Científico – pelos seguintes aspectos:

- termo letramento indica que o estudante possui competência para aplicar os conhecimentos adquiridos em situações de sua vida;
- nas avaliações em que se observa o letramento científico, matemático e em leitura, é analisada a capacidade dos estudantes para refletir e raciocinar acerca dos conhecimentos necessários ao seu futuro;

- na definição do PISA (2011), letramento científico é um conjunto de três aspectos: compreensão de conceitos científicos por parte dos estudantes, capacidade de aplicação desses conceitos científicos e pensar sob uma perspectiva científica;
- para o PISA, um estudante letrado cientificamente é aquele que compreende a diferença da ciência como forma de conhecimento e de investigação; percebe a influência da ciência e da tecnologia em nosso meio material, cultural e intelectual; interessa-se por situações científicas como uma pessoa crítica que tem capacidade para tomar decisões sobre seu mundo e sobre as mudanças nele ocorridas.

Em relação às produções recentes selecionadas, alguns aspectos merecem destaque. Nas produções sobre modelagem matemática, verifica-se que os autores das pesquisas apontam positivamente o uso desse método na Educação Matemática pelos seguintes motivos:

- as situações utilizadas tiveram foco na compreensão dos estudantes sobre o mundo em que vivem e sobre algo que lhes desperte o interesse;
- os resultados do processo de modelagem promovem a melhora da Educação Matemática, pois *visam a contribuir para uma sociedade melhor. Isso porque são realizadas atividades fora da sala de aula, favorecendo ao estudante o conhecimento sobre o seu meio e o desenvolvimento da escola;*
- *o tema escolhido na modelação possibilita a motivação e o interesse, além da construção de conceitos e do conhecimento matemático;*
- *a aplicação da modelagem matemática em sala de aula promove aprendizagem e participação dos estudantes.*

Nas produções sobre alfabetização e letramento científico, destacam-se alguns aspectos importantes:

- os objetivos analisaram a alfabetização ou letramento científico utilizando aplicações de conteúdos curriculares;
- os resultados não são satisfatórios, considerando que os estudantes não são alfabetizados cientificamente;
- as atividades que contemplam uma temática de interesse dos estudantes pode favorecer a participação e envolvimento nas discussões;
- as situações de desafios e problematizações apresentadas aos estudantes favoreceram a obtenção de conhecimento científico de forma mais interessante.

Com base nos aspectos relatados, questiona-se: *de que forma é possível alcançar a alfabetização e letramento científico?*

A partir do que foi apontado sobre a teoria – Modelagem Matemática na Educação e Alfabetização e Letramento Científico – e sobre as pesquisas acadêmicas similares a esta, verifica-se que a promoção da alfabetização científica está ligada à realização, por parte dos estudantes, de atividades que lhes façam refletir, buscar dados e formular hipóteses, para chegar à solução, isto é, atividades que favoreçam a criatividade e a criticidade dos estudantes. Conclui-se, dessa forma, que somente a partir de práticas pedagógicas será possível alcançar a alfabetização científica. No capítulo 3, mapa de campo, descrevem-se as práticas pedagógicas realizadas nesta dissertação.

3 MAPA DE CAMPO

Neste capítulo, apresenta-se o Mapa de Campo. Conforme 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.

A realização deste mapa ocorreu em três momentos: no primeiro, fez-se a *escolha dos estudantes para realizar a aplicação e a preparação didática*; no segundo, a *aplicação do material didático*; no terceiro momento, realizou-se a *organização dos dados coletados*.

Quanto à *escolha dos estudantes para realizar a aplicação*, optou-se por organizar dois grupos: um com estudantes da 1ª série do Ensino Médio e outro com estudantes da 6ª série do Ensino Fundamental. Tais estudantes foram escolhidos, pois, conforme o PISA (2011), nessas idades diversos assuntos lhes despertam o interesse. A descrição dos grupos é a seguinte: o primeiro grupo compreendeu 4 turmas de estudantes da 1ª série do Ensino Médio, com idades entre 14 e 16 anos, num total de 122 estudantes; a aplicação foi realizada na disciplina curricular de Desenho Geométrico, ministrada pela autora desta pesquisa. O segundo grupo foi composto por 9 estudantes da 6ª série do Ensino Fundamental, com 12 anos de idade; eles foram convidados a participar da pesquisa em horário extraclasse.

A escolha de dois grupos distintos, mesmo que com um número bastante diferente de estudantes, deu-se pelo objetivo de fazer uma modelação no horário de uma disciplina curricular, sendo possível observar quais as vantagens e dificuldades encontradas, e com um grupo voluntário no qual as atividades realizadas não fizessem parte de uma disciplina curricular, no qual a nota pudesse influenciar no desenvolvimento da proposta.

Optou-se por realizar a aplicação com a turma curricular na disciplina de Desenho Geométrico, por ter sido realizada antes da escolha do tema, uma busca por temas que mais se aproximassem dos conteúdos curriculares trabalhados nas disciplinas ministradas pela autora da pesquisa, e nesta disciplina ocorreu uma maior aproximação desses conteúdos.

Na *preparação didática* ocorreu a escolha do tema para a posterior aplicação. Para tal escolha, a autora desta pesquisa considerou alguns aspectos como, por exemplo, a primeira experiência de modelação, o tempo para aplicação da pesquisa e o conteúdo programático da disciplina – no caso da primeira aplicação. Além disso, na preparação didática foi realizado o planejamento das atividades a serem realizadas na aplicação e na organização deste material.

A escolha do tema justifica-se pelo fato de os dois grupos participantes serem formados por estudantes com idades entre 12 e 16 anos, jovens que têm ao seu redor infinitas novidades, que possuem acesso aos diversos produtos lançados no mercado.

Na *aplicação do material didático*, realizada para a obtenção dos dados empíricos – levantamento dos dados –, utilizou-se material de apoio didático da autoria de Biembengut (1999) – Modelação sob o tema Embalagem – adaptado para a efetivação de práticas pedagógicas e que foi aplicado aos dois grupos.

A aplicação do material didático ocorreu nas três fases da modelagem definidas conforme Biembengut (2009): percepção e apreensão; compreensão e explicação; significação e expressão. O objetivo, ao final da aplicação do material didático, era que os estudantes criassem modelos de embalagens e o portfólio delas.

Na *organização dos dados coletados*, foram observados e organizados os modelos das embalagens, os portfólios produzidos pelos estudantes e os relatos das observações desenvolvidos pela autora da pesquisa. Além disso, nesse momento, procurou-se observar a relação entre as informações coletadas para uma possível compreensão do seu significado.

As etapas do mapa de campo foram realizadas e estão descritas nas seguintes seções: *3.1 Descrição das atividades realizadas com o grupo 1; 3.2 Descrição das atividades realizadas com o grupo 2; 3.3 Considerações finais sobre o capítulo.*

3.1 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES REALIZADAS COM O GRUPO 1

O mapa de campo com o primeiro grupo, o grupo 1, foi realizado em uma escola particular do interior do estado do Rio Grande do Sul, com quatro turmas de 1ª série do Ensino Médio, denominadas 1ª A, 1ª B, 1ª C e 1ª D. Nenhum dos estudantes trabalhava fora do horário escolar e a carga horária semanal para a série era de 31 períodos de aula, distribuídos em cinco manhãs e duas tardes. A aplicação se desenvolveu em 24 aulas, na disciplina de Desenho Geométrico, que tem de um período semanal de 50 minutos, sempre com aulas à tarde. A docente da disciplina é a autora desta pesquisa.

O grupo total era composto por 122 estudantes, sendo a turma A com 32 (21 meninas e 11 meninos); a turma B com 29 (18 meninas e 11 meninos); a turma C com 31 (15 meninas e 16 meninos); e a turma D com 30 estudantes (17 meninas e 13 meninos).

As atividades desenvolvidas em sala de aula foram realizadas de acordo com as 3 etapas de modelação, estabelecidas por Biembengut (2009): (1ª) percepção e apreensão, (2ª) compreensão e explicitação, (3ª) significação e expressão, conforme descrito no Capítulo 2.

Os procedimentos realizados durante a aplicação da modelação no primeiro grupo ocorreram da mesma forma para as quatro turmas. A sequência das atividades e o trabalho dos conteúdos em sala de aula aconteceram de forma similar. As atividades das quatro turmas, em cada fase, foram descritas de forma conjunta, por terem sido muito semelhantes e por uma questão de melhor apresentação da pesquisa. Se ocorrida alguma diferença, ela foi descrita ao longo do texto, com indicação da turma em que ocorreu.

A aplicação ocorreu nos períodos de aula da disciplina de Desenho Geométrico, conforme explicitado anteriormente, ou seja, um período semanal. Devido a isso, não foi possível registrar com fotografias todas as atividades realizadas em sala de aula pelos estudantes e, além disso, essa era a primeira experiência com modelação da docente e autora da pesquisa. Segue a descrição e relato das atividades ocorridas durante as três etapas, que não ocorrem disjuntas, mas sim interligadas durante todo o processo da modelação.

1ª Etapa: Percepção e Apreensão

A primeira etapa teve como objetivo a apresentação do tema “Embalagens” aos estudantes, de modo a perceber qual era o grau de conhecimento e interesse deles sobre o assunto. Para isso a professora, e também autora desta pesquisa, fez questionamentos de tal forma que eles dissessem seus entendimentos sobre o tema e a importância que atribuíam a ele.

Esta etapa implicou em levar os estudantes a perceberem o tema e a apreenderem o maior número de informações e dados envolvidos nas embalagens. Como a realização desta pesquisa aconteceu durante as aulas de uma disciplina do currículo, apresentou-se a proposta como sendo uma temática para a disciplina, que iria se estender por quase dois trimestres. A explicação das propostas a serem realizadas aconteceu durante toda a aplicação da pesquisa, quando surgiam dúvidas por parte dos estudantes, procurou-se mostrar que elas poderiam ser respondidas por meio de um conteúdo matemático.

Optou-se por desenvolver a pesquisa com essas turmas por dois motivos: o conteúdo do programa curricular poderia ser desenvolvido a partir do tema escolhido “Embalagens” e, como docente das turmas, seria possível à autora vivenciar uma modelação em sala de aula, com as turmas em seu período regular de aula.

A disciplina na qual se realizou o trabalho, muitas vezes, não é compreendida de modo correto pelos estudantes que chegam ao Ensino Médio. Na escola da pesquisa, essa disciplina só faz parte do currículo da 1ª série do Ensino Médio e muitos estudantes, quando lêem o

nome “Desenho Geométrico”, supõem que irão apenas desenhar e não conseguem perceber a relação com a Geometria e com a Matemática.

Antes da apresentação das propostas de trabalho da pesquisa, foram realizados dois encontros entre a docente e os estudantes. Neles foi feita a apresentação da professora, dos estudantes, da disciplina, de alguns conteúdos que seriam trabalhados durante o ano, do modo como seriam avaliados, do material que iriam precisar (régua, folhas, compasso), enfim, as combinações feitas no início do ano letivo. Sendo assim, quando se apresentou a proposta da pesquisa, não era o primeiro encontro entre a autora e os estudantes.

Na aula anterior à apresentação da proposta, foi solicitado aos estudantes que levassem, na aula seguinte, algumas embalagens, de preferência com formatos diferentes. Esta etapa se realizou em três aulas, que passam a ser relatadas.

1ª Aula:

Na primeira aula pretendeu-se, inicialmente, apresentar o tema das aulas aos estudantes, de modo que fosse possível perceber qual era o seu nível de conhecimento e, também, que já pudessem refletir e analisar alguns pontos relevantes ao assunto. Para isso, foi entregue aos estudantes um texto sobre “Embalagens”, no qual constavam pontos importantes que devem ser levados em consideração na criação de uma embalagem, o nome dos profissionais envolvidos no processo da criação e quais as necessidades de se ter uma embalagem para os produtos.

Após a leitura do texto, foi elaborada uma questão direcionada para um *bate-papo*. Como nesta aula os estudantes deveriam trazer as embalagens, um dos pontos da questão era que elas fossem manuseadas, mesmo que nem todos as tivessem trazido. De forma indireta, solicitou-se que observassem alguns pontos relacionados à geometria e, em seguida, foram questionados se conseguiam estabelecer uma relação das embalagens com a disciplina de Desenho Geométrico.

Inicialmente, solicitou-se que se reunissem em duplas e escrevessem as observações, mas depois foram informados que poderiam apenas falar. Poucos comentaram sobre as relações que perceberam entre as embalagens, a geometria e a disciplina de Desenho Geométrico. Assim, a professora precisou apontar alguns tópicos sobre aquilo que leram para que começassem a participar. Os estudantes destacaram alguns itens necessários para a venda do produto no qual a embalagem estava sendo utilizada, como: estética, cores, formatos.

Porém, ao serem questionados se percebiam alguma relação com a disciplina, a maioria apontou apenas as formas geométricas que compunham as embalagens.

Como os estudantes relacionaram as formas geométricas com a disciplina, a professora fez a eles a seguinte pergunta: *Que formas geométricas vocês encontram nessas embalagens?* As respostas foram muito semelhantes nas quatro turmas, pois a maioria das embalagens eram prismas de base retangular ou cubos. Dessa forma, falavam quadrado e retângulo. Outras questões foram feitas: *Que elementos geométricos vocês identificam manuseando as embalagens?* Nas quatro turmas, os estudantes tiveram dificuldade em responder essa questão, pensando ser a mesma feita anteriormente. Ao serem questionados se sabiam quais eram os elementos primitivos da geometria, a maioria não compreendeu o que estava sendo questionado.

Foi apresentado aos estudantes o conceito de desenho e de geometria e a ideia de ponto, reta e plano. Solicitou-se que observassem as embalagens e dissessem o que nelas se assemelhava a um segmento de reta e, sem saber o nome, eles mostraram que seriam as arestas. Foram questionados sobre o que se assemelhava a um ponto e eles mostraram os vértices; por fim foi perguntado o que seria semelhante a um plano, e eles mostraram as faces.

2ª Aula:

Na segunda aula, continuou o estudo dos elementos primitivos da geometria. A professora explicou aos estudantes o que é uma semi-reta, um segmento de reta, as retas determinadas por pontos, quais são as posições de uma reta no plano, quais são as posições de duas retas no plano e o que é a mediatriz, para isso foi entregue um material impresso, com as explicações. Não lhes foi ensinado a traçar os segmentos de reta neste momento, deixou-se para o momento da planificação dos sólidos. Em meio às explicações, pedia-se que manuseassem as embalagens para que pudessem compreender as relações entre as retas e, também, entre os planos (paralelos, perpendiculares e oblíquos). No material entregue, havia uma lista de exercícios sobre os conteúdos apresentados para que os estudantes fizessem de tema.

3ª Aula:

Na terceira aula, foi realizada a correção dos exercícios entregues na aula anterior. Durante a correção, os estudantes não apresentaram dúvidas nas questões que tratavam da

relação entre as retas e entre os planos. Já nas questões sobre mediatriz, quando precisavam utilizar o compasso, a maioria teve dificuldade. Solicitavam à professora corrigisse no quadro e explicasse novamente o processo. Percebeu-se que a dúvida não era sobre a compreensão do que é uma mediatriz, mas sim sobre a maneira que deveriam traçar os pontos utilizando o compasso, muitos não sabiam manuseá-lo.

Após a correção, apresentou-se aos estudantes a proposta da disciplina: a criação de uma embalagem. Explicou-se que manuseando as embalagens puderam perceber as formas geométricas presentes nelas e também os elementos primitivos da geometria, por isso fariam todo o projeto de uma embalagem até a sua confecção. A maioria dos estudantes gostou muito da proposta, alguns até ficaram eufóricos, considerando interessante a ideia de eles mesmos fazerem uma embalagem, inclusive, montá-la. A partir disso, fez-se outra pergunta para as quatro turmas: *o que vocês precisam saber para criar uma embalagem?* Colocou-se essa questão no quadro e, conforme os estudantes foram falando, as respostas foram escritas e obtidas pela participação da maioria dos estudantes.

As quatro turmas responderam: *Precisamos saber qual é o produto, o formato, o tamanho, ter um projeto, saber qual é o público consumidor, o design e o material.* Contudo, a turma B, também disse que seria necessário saber sobre: *a resistência, o preço, se for para um alimento é preciso colocar os ingredientes, precisa ter o nome e precisa ser prática.* A turma C disse que: *precisamos saber como será transportado e precisamos ter as informações sobre o produto que será embalado.* E a turma D disse que: *é preciso ter conhecimento sobre as medidas, que deve se pensar na higiene, a embalagem deve ser resistente e é preciso pensar nas cores.*

Após as respostas, os estudantes foram orientados a realizar o trabalho em dupla. Para criarem a embalagem, eles precisariam considerar todos os itens abordados nas respostas, pois se foram apontados é por que julgam ser importantes. Solicitou-se que formassem as duplas e conversassem sobre a proposta, escolhendo o produto para o qual iriam criar a embalagem. Também foi solicitado que fizessem o desenho da embalagem criada de duas formas: planificado e em perspectiva. Quando feita a última solicitação, alguns estudantes - e isso ocorreu em todas as turmas - perguntaram como seria a planificação, o que era planificação e comentaram que não sabiam desenhar em perspectiva. Procurou-se responder de um modo simples, até por que a intenção era que apresentassem a primeira planificação com os conhecimentos que já possuíam, para perceber quais eram as relações que conseguiam estabelecer entre os conceitos matemáticos e sua aplicação.

Nesta fase, os estudantes foram questionados sobre a relação das embalagens com a disciplina de Desenho Geométrico e responderam apenas as formas geométricas. Tais respostas apontam que os estudantes conseguiram estabelecer somente uma relação a partir daquilo que estavam observando, não conseguiram identificar outros conteúdos de geometria utilizados para a confecção de uma embalagem.

Quando questionados sobre o que precisavam saber para criar uma embalagem, os estudantes não apresentaram respostas baseadas apenas naquilo que estavam vendo. As respostas foram elaboradas a partir das observações que realizam no cotidiano e na sua criticidade. Não eram respostas com base apenas nas opiniões dos estudantes, mas sim em itens importantes e obrigatórios das embalagens.

2ª Etapa: Compreensão e Explicação

Na segunda etapa, foram aplicados os modelos guia sobre embalagens, ou seja, os sólidos geométricos que são modelos de embalagens. Foram levadas em consideração as questões feitas aos estudantes e aquelas feitas por eles, permitindo a explicação dos conteúdos necessários à aplicação do modelo. Esta etapa realizou-se em dezesseis aulas.

4ª Aula:

Na quarta aula, tendo percebido na aula anterior os comentários dos estudantes em relação às dúvidas sobre a planificação das embalagens, tornou-se necessário ensiná-los a planificar, mas antes foi preciso ensinar o conteúdo sobre sólidos geométricos. Foi feita a seguinte questão: *Como eram as formas das embalagens que vocês trouxeram para as aulas?* A maioria não sabia dizer o nome, mas tentava explicar que eram prismas ou cubos, e concluíram que grande parte das embalagens tinha formas semelhantes, ao menos aquelas que eles levaram para as aulas.

Perguntou-se: *Vocês sabem como se chama, na geometria, objetos parecidos com essas embalagens que trouxeram?* Ninguém, em nenhuma turma, sabia responder. A professora passou a explicar o que eram os sólidos geométricos e como eles se classificavam. Em função de o tempo semanal de aula ser de apenas um período (50 minutos), os conceitos e definições matemáticos, quando apresentados aos estudantes, eram reduzidos devido ao escasso tempo e também por que estavam descritos nos livros didáticos usados por eles. Além

da breve explicação em aula, era disponibilizado no sistema acadêmico da escola as explicações relativas à matemática para que todos tivessem acesso.

Após a explicação da teoria, os estudantes foram questionados sobre: *O que é planificar?* A maioria não sabia, mas disse que seria algo relacionado com plano. A professora explicou o que era planificar, passando no quadro a definição e, em seguida, foram orientados a planificar a embalagem. Como os sólidos lembram as embalagens, eles seriam os modelos guia e a professora iria ensiná-los a planificar os sólidos geométricos.

Na sequência, apresentou-se aos estudantes a planificação de alguns sólidos geométricos, regulares e irregulares, e começou o ensino de como planificar os poliedros regulares. Iniciou-se pela planificação do tetraedro e na sequência a o hexaedro. Ao ensiná-los a planificar o hexaedro, foi preciso que fizessem segmentos de reta perpendiculares, explicou-se como deveriam fazer, utilizando os esquadros. Isso foi muito difícil de ser entendido, muitos não conseguiam fazer, a professora precisou ir às classes e atender individualmente os estudantes. Um material foi deixado como apoio, com a explicação de como fazer segmentos de retas paralelas e perpendiculares, utilizando os esquadros.

5ª Aula:

Na quinta aula, foi possível continuar a planificação dos sólidos em duas turmas. Foi feita a planificação do octaedro e iniciada a planificação de um pentágono, que é uma das faces do dodecaedro.

Para a explicação do desenho do pentágono, foi preciso utilizar o transferidor, instrumento que até então não havia sido usado. Os estudantes não sabiam usá-lo, não sabiam como deviam começar a medir os ângulos e a maioria teve muita dificuldade em entender a explicação. Para a medida de ângulos não foi preparado nenhum material específico, pois se explicava o conteúdo conforme a planificação era feita, afinal a medida dos ângulos fazia parte da planificação.

Em uma das turmas, a coordenação da escola solicitou que o período fosse utilizado para a aplicação da prova de Geografia, dessa forma não foi possível realizar as atividades de Desenho Geométrico.

Na outra turma, devido a algumas mudanças no calendário escolar, a data da primeira avaliação da disciplina de Desenho Geométrico foi alterada. Nesta aula, então, confirmou-se a data da avaliação na semana seguinte e também foram informados os conteúdos para a prova. Os estudantes lembraram o conceito de planificação e a professora os ensinou a planificar

um octaedro. Ainda nesta aula eles fizeram um exercício sobre sólidos geométricos e foi disponibilizado no sistema acadêmico da escola uma lista com atividades para estudo.

6ª Aula:

Na sexta aula, em três turmas, foi realizada a planificação dos sólidos, sempre relembando o conceito de planificação. Houve a continuidade da planificação do pentágono, do octaedro e em uma turma foi possível fazer a planificação do icosaedro.

Em uma das turmas, a avaliação parcial do trimestre foi realizada nesta aula, sendo avaliado o conteúdo de retas e sólidos geométricos. Nas outras três turmas, como a avaliação seria na próxima aula, os estudantes fizeram exercícios sobre os elementos de um sólido geométrico.

Antes de cada planificação dos sólidos, foi apresentada aos estudantes uma planificação pronta, relembando sempre a definição de poliedro regular. Além disso, a professora lhes mostrava a própria planificação, porque eles precisavam utilizar corretamente os instrumentos de desenho, precisavam verificar a importância de cuidarem para que as medidas das arestas fossem iguais no desenho, concluindo que isso seria fundamental na montagem do sólido.

Foi perceptível, no início dessa atividade, que os estudantes têm muita dificuldade em utilizar os instrumentos necessários para o desenho, como os esquadros e o compasso. Eles ficaram muito agitados nas aulas, ansiosos por não conseguirem desenhar, perguntavam a todo o momento se estavam fazendo certo e também queriam mostrar suas planificações. Mesmo a professora fazendo no quadro todos os passos necessários e, após cada um, esperar que fizessem em suas folhas, eles tiveram dificuldade para entender. Foi preciso explicar em qual o sentido da folha iriam desenhar, que tamanho deveria ser o segmento de reta inicial, em que ponto era preciso iniciar as marcações com o compasso e como o utilizariam, enfim, a maioria dos estudantes mostrou que nunca havia realizado atividades desse tipo.

7ª Aula:

Na sétima aula, em três turmas foi realizada a avaliação parcial do trimestre com o conteúdo sobre retas e sólidos geométricos. Na outra turma, que já havia feito a avaliação, foi entregue aos estudantes a avaliação com as correções e também as atividades da pasta de Desenho Geométrico.

Antes de iniciar a segunda parte do conteúdo sobre os poliedros nesta turma, a professora retomou com os estudantes a ideia e o tema da disciplina, que são as embalagens. Foram lembrados do porquê de estarem aprendendo sobre planificação dos sólidos geométricos, salientando que, quando foram questionados sobre o que era preciso para criar uma embalagem, disseram que um dos itens importantes era saber qual seria o formato dela. Por isso solicitou-se que desenhassem a embalagem e, para isso, seria preciso saber planificar.

Foi solicitado, para a aula seguinte, que cada dupla pesquisasse informações sobre o material da embalagem que estavam criando. Foi proposta a realização de um seminário, no qual cada dupla apresentaria aos colegas essas informações, e deu-se como exemplo do que poderiam pesquisar: o tempo de decomposição do material, sua possível reciclagem, alternativas de material para a confecção da embalagem do produto em que estavam pensando, entre outros. Depois disso, iniciou-se a explicação sobre os poliedros irregulares e os corpos redondos, apresentando como exemplo a planificação de alguns desses sólidos.

Nas quatro turmas quando solicitadas as informações do material, os estudantes apresentaram questões do tipo: *Mas prô, como nós vamos fazer, por exemplo, uma embalagem de vidro, ou de metal, enfim...?* Explicou-se que para a escolha do material deveriam imaginar que a embalagem seria produzida e vendida juntamente com o produto escolhido e que, para fazer o protótipo, poderiam utilizar papel. Explicou-se desta forma, pois muitos escreveram na folha em que fizeram a planificação como material a ser utilizado o papel A4 ou sulfite 60.

8ª Aula:

Na oitava aula, para as três turmas que haviam realizado a avaliação na aula anterior, as provas foram entregues aos estudantes com as correções e também as atividades da pasta de Desenho Geométrico. Com essas turmas foi realizada a retomada do tema “Embalagens”, como feito na outra turma na aula anterior e, também, foi solicitada a busca de informações sobre o material da embalagem.

Nas três turmas foi apresentado aos estudantes o conteúdo sobre poliedros irregulares e corpos redondos. Eles constataram as características desses sólidos geométricos e verificaram exemplos deles.

Em uma das turmas foi realizado o seminário sobre a embalagem que está em criação e o material escolhido para ela. As observações desse seminário estão descritas juntamente com as observações das outras turmas no relato da próxima aula.

9ª aula:

Conforme combinado, no início da nona aula solicitou-se que cada dupla ou trio de estudantes contasse para os colegas sobre a embalagem que estava em criação: para qual produto estavam criando a embalagem, qual o formato e o material escolhidos. Foi solicitado que os estudantes trouxessem as informações por escrito e, depois da apresentação, deveriam entregá-las à professora.

Na exposição foram apresentadas muitas ideias interessantes, inclusive sobre os tipos de material. Vários estudantes escolheram papel para fazer a embalagem, pois fariam algum tipo de caixa e, devido a isso, a professora deu algumas sugestões para as duplas ou trios. Quando falavam do papel, eram questionados quanto ao tipo de papel de que tinham buscado informações e foi sugerido que utilizassem algum tipo de papel reciclado, mas que fosse compatível ao tipo de embalagem. Em todas as turmas os estudantes foram lembrados do projeto “Pense Verde”, realizado pela escola e pelas outras escolas da rede de educação, que visa a preservação da natureza, incentivando a reciclagem e outras formas de cuidado com a vida do Planeta.

Durante a apresentação sobre a embalagem para a docente e para os colegas, dependendo do material que escolheram, eram questionados se haviam observado se o material suportaria o peso do produto, o transporte. Foi destacado que os estudantes deveriam ter pensado em um material, imaginando que a embalagem seria produzida e comercializada e não apenas no material para um protótipo.

Na turma (A), uma das duplas decidiu fazer uma parte da embalagem de plástico e encontraram um tipo que não é derivado do petróleo, por isso demora apenas algumas semanas para se decompor. Isso foi interessante por possibilitar a troca dessa informação com outras duplas que pretendiam usar plástico e também houve troca com as outras turmas, onde a professora falou desse material para os alunos. Na turma (C), uma das duplas, e a única de todas, estava em dúvida quanto ao material: garrafa pet ou PVC. A professora disse que seria interessante o pet e pediu que buscassem mais informações sobre esse material.

Solicitou-se aos estudantes que, na aula seguinte, entregassem a primeira planificação da embalagem (alguns já haviam entregado, mas solicitou-se para que todos pudessem ser avaliados) e também que fizessem uma segunda planificação, utilizando os conteúdos que estudaram sobre os sólidos geométricos e retas. Foi pedido que nesta segunda planificação

constassem as medidas e que explicassem como chegaram à conclusão de que a embalagem deveria ter tais dimensões. A professora sugeriu que pensassem na quantidade do produto que na embalagem, para que pudessem prever o tamanho dela. Essa solicitação foi feita com a intenção de perceber como os estudantes fariam a relação entre o volume a capacidade, se conseguiriam aplicar os conceitos para resolver o problema.

Após o seminário foi possível realizar a planificação de poliedros irregulares, iniciando com a pirâmide de base quadrada. Antes de começar a planificação, a professora mostrou uma pirâmide planificada e fez com que percebessem no desenho por que ela é irregular.

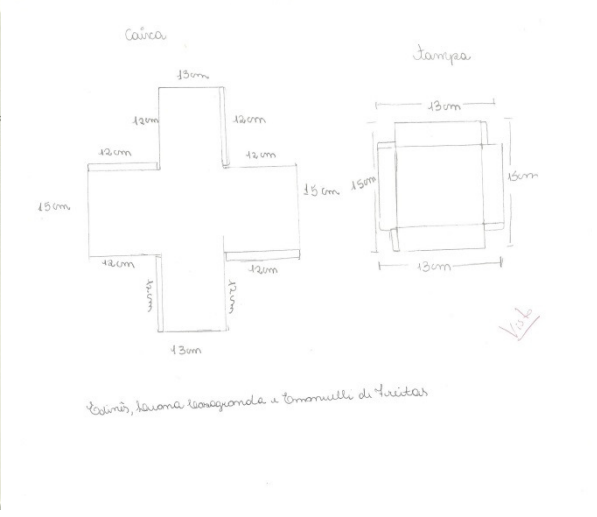
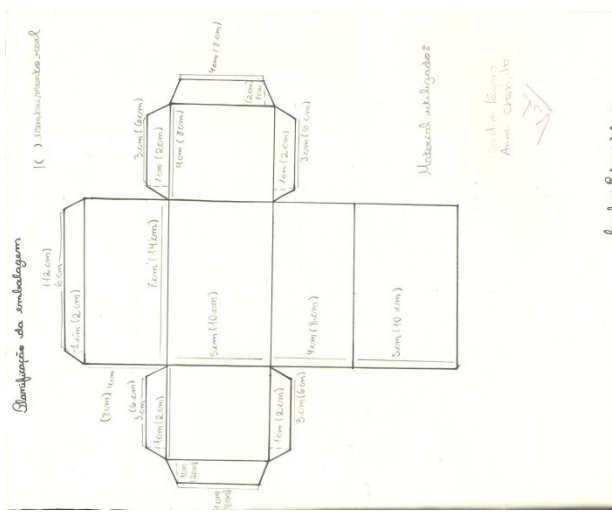
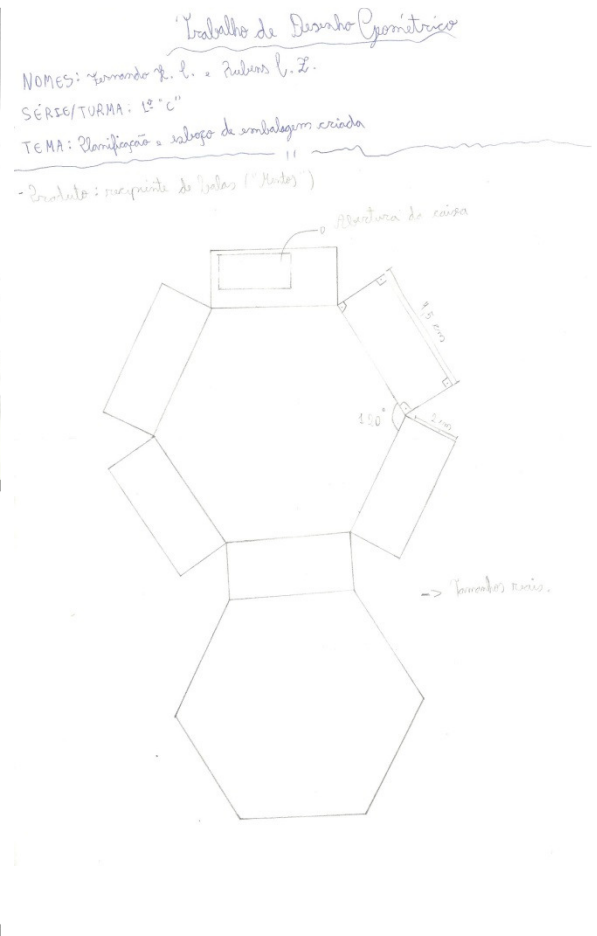
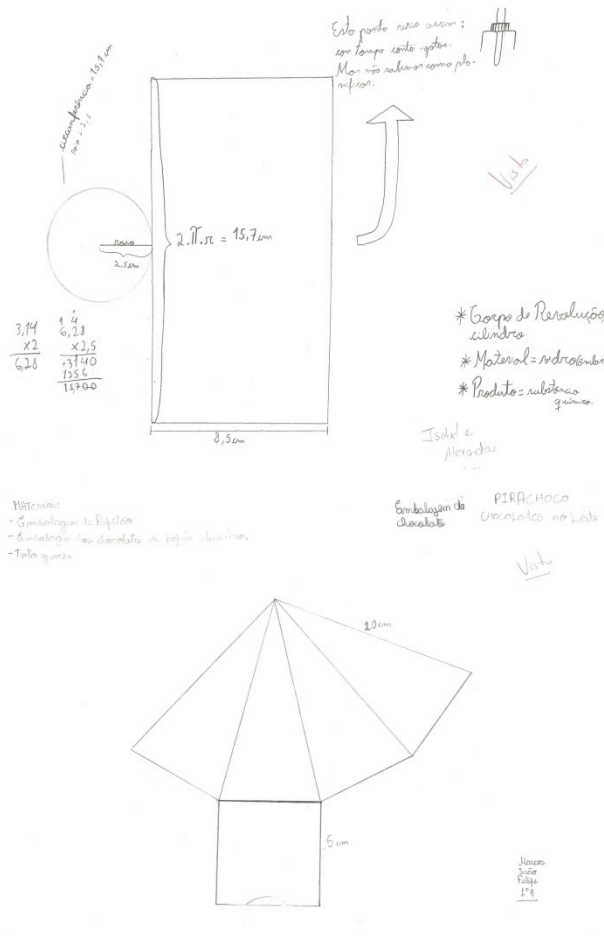
10ª Aula:

Na décima aula, as planificações solicitadas na aula anterior foram recolhidas. Pelo calendário da escola, na semana seguinte aconteceria a prova trimestral e no final do mês terminaria o trimestre. Então foram dadas orientações para a prova e sobre as atividades da pasta.

Em três turmas foi possível continuar fazendo as planificações, sendo realizadas, além da planificação da pirâmide, a de um prisma e a de um cilindro. Em uma das turmas, como nesta semana já haviam iniciado as avaliações trimestrais da escola, foi necessário utilizar o período para a prova de Redação. As provas trimestrais são organizadas de modo que todas as turmas realizam a prova de uma disciplina no mesmo dia e no mesmo período, não importando qual disciplina que teriam naquele horário.

Na figura 1 observam-se algumas planificações desenvolvidas pelos estudantes.

Figura 1 – Planificações das embalagens desenvolvidas pelos estudantes



Fonte: Elaborado pelos estudantes.

11ª Aula:

Na décima primeira aula, uma das turmas realizou a prova trimestral da disciplina de Desenho Geométrico. Nas outras turmas, os estudantes continuaram as planificações dos

poliedros irregulares. As dúvidas na utilização do material de desenho permaneceram durante todas as planificações. No momento de planificar o prisma, foi difícil de ensiná-los, pois precisavam fazer segmentos de reta perpendiculares e solicitava-se que usassem os dois esquadros. Como a professora fez no quadro cada planificação, não restou muito tempo do período para ir à classe de cada estudante para ajudar a utilizar os instrumentos, porém isso seria necessário.

12^a Aula:

Na décima segunda aula, a professora fez uma retomada dos conteúdos que os estudantes já haviam estudado, como retas, planos e sólidos geométricos. Durante esse momento, foram lembrados que ao observar as embalagens, exercício feito na apresentação do tema da disciplina, puderam perceber que as figuras geométricas estão presentes nas embalagens e que elas têm a forma de sólidos geométricos. Por isso, a professora os ensinou o conceito de sólido geométrico, as diferenças entre os sólidos, suas características e a planificação. Esse último item foi ensinado, pois precisaram planificar a embalagem que estão criando e a planificação é uma forma de representá-la. Para que conseguissem planificar a embalagem, precisariam primeiro saber planificar. Além disso, ao manusear as embalagens, conseguiram perceber a relação entre as retas e os planos.

Os estudantes foram questionados se, ao fazer a primeira e a segunda planificação (com as medidas, pois alguns não haviam colocado na primeira), eles realmente pensaram quais são os consumidores daquele produto e, ainda, se analisaram a forma como o produto é transportado quando escolheram o material da embalagem. A professora lembrou que esses itens foram considerados importantes por eles quando questionados sobre o que era necessário saber para criar uma embalagem.

Solicitou-se aos estudantes, como próxima tarefa, que observassem embalagens utilizadas no produto para o qual estão criando as suas embalagens e verificassem quais são os dados que constam nelas, como por exemplo, código de barras, informações nutricionais, prazo de validade, temperatura adequada para conservação, riscos da exposição à luz, enfim, todas as informações que constam nas embalagens. Solicitou-se, também, que na próxima aula entregassem um primeiro modelo da embalagem em 3D, constando todos os dados necessários. A professora pediu que o protótipo 3D fosse feito no tamanho real e que, antes de montar, deveriam pensar novamente sobre o formato da embalagem e a importância dele para

o produto. Se achassem necessário, após essa avaliação poderiam fazer uma terceira planificação.

Conforme a programação do conteúdo, o próximo item estudado é a verificação da quantidade de material utilizado na embalagem (figura 2). Nesse tópico será tratado sobre as medidas de superfície (área) e ainda pretende-se ensinar,

concomitantemente, as propriedades dos polígonos (triângulos e quadriláteros), da circunferência e do círculo.

Inicialmente, foi apresentado aos estudantes um item importante quando se trata de embalagens, que é o custo do produto para o qual ela é utilizada.

Dessa forma, é importante que se gaste o mínimo possível de material. Assim, foi feita a seguinte pergunta aos estudantes: *De que modo podemos calcular a quantidade de material de uma embalagem?*

Os estudantes não souberam responder. Apresentou-se, então, em slides, dois exemplos do cálculo da quantidade de material de dois sólidos diferentes. Inicialmente, de um prisma de base retangular e, depois, de um cilindro. Após passar os slides, solicitou-se que pensassem como deveriam fazer para calcular a quantidade de material da embalagem que estavam criando.

Figura 2: Verificando a quantidade de material da embalagem



O valor da embalagem incide no valor final do produto. Uma preocupação é criar uma embalagem que utilize a mínima quantidade possível de material, sem perder a funcionalidade e a aparência.

- Para calcular a quantidade de material de uma embalagem, precisamos ter ela planificada ou fazer um esboço com as dimensões reais. Após basta calcular a área das figuras planas que compõem a embalagem.

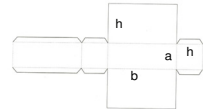
1º exemplo: calcular a quantidade de material de uma caixa na forma de um prisma de base retangular.

- Sem considerar as dobras da embalagem, teremos:

$$\text{Área total} = \text{área das faces} + \text{área das bases}$$

A forma geométrica das faces e da base, é retangular. E como calculamos a área de um retângulo?

- Sendo a, b e h as medidas de largura, comprimento e altura, respectivamente da caixa:



$$A_{\text{total}} = 2(h \times a) + 2(h \times b) + 2(b \times a)$$

Fazendo a = 6 cm; b = 9 cm e h = 16 cm, logo
 $A_{\text{t}} = 2(16 \times 9) + 2(16 \times 6) + 2(6 \times 9) = 588 \text{ cm}^2$

Fonte: Elaborado pela autora.

Na décima terceira aula, explicou-se aos estudantes que eles irão calcular a quantidade de material das embalagens, por isso é necessário saber fazer o cálculo de área de figuras planas, como visto na aula anterior a partir dos exemplos dos sólidos. Foi dito, ainda, que como as embalagens são compostas por diversas formas geométricas, seria preciso conhecer as fórmulas para o cálculo da área delas.

Inicialmente apresentou-se a fórmula da área do retângulo, do quadrado e do paralelogramo. Após, pediu-se que os estudantes resolvessem alguns exercícios nos quais precisariam utilizar as fórmulas. Justificou-se a resolução desses exercícios com a afirmação de que precisariam fazer exercícios clássicos para melhor compreender o conteúdo. Os estudantes ficaram bastante ansiosos quando foram apresentados os exercícios. Primeiramente, acharam muito difíceis, pois precisavam fazer relações entre os dados, resolver operações matemáticas e não adiantaria, apenas, decorar e aplicar a fórmula.

14ª Aula:

Na décima quarta aula, foi realizada junto com os estudantes a correção dos exercícios da aula anterior. Após a correção, apresentou-se a eles, em slides, a fórmula para calcular a área de um triângulo, de um losango, de um trapézio e do círculo. Quando as fórmulas foram apresentadas, procurou-se fazer sempre a sua dedução. Após a explicação, receberam uma lista com exercícios em que utilizariam também as fórmulas vistas nesta aula. As atividades deveriam ser iniciadas em aula e concluídas em casa.

15ª Aula:

Na décima quinta aula, os exercícios sobre área de figuras planas entregues na aula anterior foram corrigidos. Durante a correção, foi possível perceber, em todas as turmas, a grande quantidade de dúvidas em relação às unidades de medida de área. Quando era necessário transformar, por exemplo, uma medida de m^2 para cm^2 , a maioria não sabia fazer. Os estudantes não conseguiam entender na transformação a diferença de m para m^2 e de cm para cm^2 . Explicou-se aos estudantes, como fazer essas transformações.

Quando apareceram divisões com números decimais, os estudantes não lembravam como se fazia, achavam aquilo muito difícil, por isso foram orientados sobre como fazer as divisões. Em uma das turmas foi necessário lembrar também o Teorema de Pitágoras, necessário em um dos exercícios.

Foi dito aos estudantes que, por estarem trabalhando com o cálculo de área de diversas figuras geométricas, que compõem os sólidos geométricos, e como estes servem como

modelos para as embalagens, eles iriam estudar as características dessas figuras, começando pelos polígonos. Explicou-se que são os polígonos, mas que se aprofundaria o estudo de alguns polígonos em específico. Passou-se aos estudantes alguns slides, contendo a definição de polígono, polígono convexo e não convexo, elementos de um polígono, nome dos polígonos e, também, o que são os polígonos regulares.

16 Aula:

Na décima sexta aula, o estudo dos polígonos continuou. Os estudantes

acompanharam outros slides, que explicavam a soma da medida dos ângulos internos de um polígono convexo, a soma da medida dos ângulos internos de um polígono convexo, a medida de cada ângulo interno e externo de um polígono regular e, também, o número de diagonais de um polígono. As fórmulas foram apresentadas e a professora explicou por que usar aquela fórmula. Após a explicação, eles receberam uma lista de exercícios contendo todos os itens estudados

sobre os polígonos. Os estudantes não apresentaram dúvidas quando lhes foram explicadas essas fórmulas.

Figura 3: Trabalho sobre área de figuras planas e polígonos

COLÉGIO XXXXXXXXX			
Estudante _____		Nº _____	
Série: 1ª	Turma: _____	Curso: Ensino Médio	Data: __/__/2012.
Nome do Professor (a): Lisiane Milan Selong		Peso: 4,0	Nota: _____
Assunto: Trabalho 1 - 2º trimestre			
Conteúdo: Área de figuras planas e Polígonos (características)			

1. Calcule a quantidade de material necessária para fabricar uma embalagem como a que segue, para fazer isso, divida-a da forma que achar mais conveniente. Em seguida escreva a expressão que serve de modelo para calcular a área de embalagens semelhantes a essa. Durante os cálculos faça uma espécie de roteiro, para explicar detalhadamente como pensou para chegar aos resultados. (tamanho reduzido para este trabalho).

2. Com base na figura anterior, escreva quais foram os polígonos que você identificou nela. Em seguida, escolha dois polígonos diferentes e escreva quantos e quais são os vértices, os lados, os ângulos internos e os ângulos externos. Calcule também o número de diagonais.

3. Você já sabe que estamos usando como ponto de referência as embalagens para o estudo da geometria. No trimestre anterior após a análise de algumas embalagens, conseguimos perceber que os sólidos geométricos servem como modelos para elas. Desta forma, imagine a embalagem acima “montada”, qual sólido geométrico ela lembra? Se você fosse criar uma embalagem para um sachê, qual seria o formato? Você acrescentaria mais alguma informação sobre o produto? E qual material usaria?



Fonte: Elaborado pela autora.

17ª Aula:

Na décima sétima aula, foi feita a correção dos exercícios sobre polígonos, encaminhados na última aula. Durante a correção, os estudantes apresentaram dúvidas ao utilizar as fórmulas, principalmente no momento de iniciar a resolução. Por exemplo, neste exercício: “A soma das medidas dos ângulos internos de um polígono é 1.080° . Que polígono é esse? Quantas diagonais esse polígono tem?” Os estudantes tiveram dificuldade em saber qual fórmula deveriam usar, pois o problema apresentava a soma dos ângulos internos e pedia o número de diagonais. Alguns tinham dificuldade, também, em saber onde deveriam substituir o valor dado pelo exercício, em qual variável. Em duas turmas, houve estudantes tiveram dúvida em resolver as equações que se formavam ao substituir uma das incógnitas da fórmula por um valor.

Após a correção, a professora apresentou alguns slides contendo características e propriedades importantes dos triângulos. Explicou aos estudantes que os triângulos são polígonos e, conforme havia dito há algumas aulas, iriam estudar certos polígonos específicos. Foram postos no sistema acadêmico da escola exercícios sobre triângulos, para que os estudantes pudessem estudar.

Como na aula seguinte aconteceria a prova parcial da disciplina, foram dadas orientações sobre ela, especialmente quanto ao material necessário e o conteúdo. Uma das avaliações do trimestre foi um trabalho (figura 3), encaminhado nesta aula para os estudantes, entregassem no dia da prova. O trabalho contemplava os conteúdos sobre área de figuras planas e polígonos. Esse trabalho foi elaborado com a intenção de verificar como os estudantes explicariam o cálculo de área e quais argumentos usariam.

18ª aula:

Na décima oitava aula, houve a avaliação parcial da disciplina, conforme o calendário escolar.

19ª aula:

Na décima nona aula, os estudantes assistiram a um filme no auditório, com as outras turmas da primeira série do Ensino Médio. O filme foi utilizado na disciplina de Língua Espanhola.

Conclui-se, nesta segunda fase, que inicialmente os estudantes não foram capazes de associar os modelos de embalagens aos sólidos geométricos, quando questionados sobre quais

objetos na geometria se pareciam com as embalagens. Os estudantes aprendem e estão em contato com os conteúdos de geometria desde as séries iniciais e mostram, nesse exemplo, que mesmo conhecendo, não conseguiram fazer a relação entre os conceitos e a aplicação deles. Além disso, quando precisaram calcular a quantidade de material da embalagem, não conseguiram relacionar com o cálculo da área das figuras planas que compõem a embalagem e aprenderam esse conteúdo em várias séries anteriores.

Os estudantes, também nesta fase, foram orientados a fazer a escolha do material para a embalagem, a busca de informações sobre o material e a fazer a planificação da embalagem. Na apresentação, tanto da escolha do material quanto do desenho da planificação, a maioria dos estudantes não apresentou os dados e as informações que tivessem base em uma situação existente. Por exemplo, no momento da escolha do material, não questionaram se aquele material seria adequado para o transporte e se suportaria o peso do produto. Situação parecida ocorreu no desenho das planificações quando foram solicitadas as medidas, os estudantes não conseguiram relacionar as medidas da embalagem com a quantidade de produto que iria dentro dela.

3ª Etapa: Significação e Expressão

Na terceira etapa, os modelos foram confeccionados e validados. Nesta etapa, os conceitos de geometria foram necessários para a elaboração dos modelos e para sua validação. Na medida em que os estudantes foram aprendendo esses conceitos, foram elaborando os seus modelos de embalagem, representado inicialmente pela planificação, depois pela confecção e, por fim, pelo portfólio de toda a produção da embalagem. A terceira etapa desenvolveu-se em cinco aulas.

20ª aula:

Na vigésima aula, a professora apresentou aos estudantes uma proposta de trabalho para a conclusão das atividades sobre a embalagem criada por eles. Solicitou-se que imaginassem uma situação em que eles fossem fabricantes de embalagens e, após uma conversa, concluíram que quem fabrica algo precisa vendê-lo. Sendo assim, teriam que criar um portfólio para apresentar a embalagem a uma empresa interessada nela (figura 4). Foi dito que a empresa fazia algumas exigências, como por exemplo, a embalagem deveria ser reciclável, reutilizável, criativa, nova no mercado e de baixo custo. A professora explicou o que é um portfólio e o que deveria constar nele. Os estudantes escolheriam a forma de montá-

lo e foi feita uma observação: a forma como apresentassem o produto poderia favorecer a sua venda. Por fim, foi combinada a data de entrega do trabalho.

Após esse momento, foi feita a seguinte pergunta: *Será que a forma escolhida para a embalagem é a ideal? É a de menor custo? De melhor manuseio?* A professora comentou que para uma embalagem ficar mais barata é preciso escolher um formato que ocupe pouca

quantidade de material, mas que seja aproveitado o maior volume possível. Foi feita a seguinte pergunta: *Como podem saber qual é forma ideal para uma embalagem?*

Nenhum estudante sabia responder. Foi explicado que a forma ótima para uma embalagem é aquela que tem mínima área e máximo volume. A professora falou que eles já haviam estudado a área de sólidos e, para identificar qual é o formato ideal de uma embalagem, seria preciso ter a medida de área total e o volume dela, por isso estudariam o volume de sólidos geométricos.

Os estudantes foram orientados sobre a diferença entre área, volume e capacidade. Foram

apresentadas as unidades de

medida de volume pelo sistema internacional de medidas e, também, como são feitas as transformações das unidades de medida do volume. A intenção era que soubessem diferenciar o que é o volume de uma embalagem e o que é o volume interno de uma embalagem, por isso

Figura 4: Orientações para o portfólio

Imagine a seguinte situação:

Você é um empresário que produz embalagens .
Desta forma, você precisa vender o produto fabricado.
Então, entrou em contato com algumas empresas que poderiam utilizar esta embalagem e marcou uma reunião com uma delas.

Estas empresas fazem algumas exigências que devem conter nesta embalagem. Como por exemplo:

- ❖ Nossa empresa tem uma política de respeito ao meio ambiente, desta forma queremos uma embalagem reutilizável, reciclável.
- ❖ Queremos algo criativo, que chame atenção do consumidor do nosso produto.
- ❖ Além disso, estamos buscando o melhor preço para compra desta embalagem.

E por fim lhe faz a seguinte pergunta?

O que você tem para me mostrar, como é o seu produto, como foi produzido?

Para apresentar o produto de vocês ao empresário, vocês farão um portfólio.

“O portfólio é uma coleção de todo o trabalho em andamento na organização relacionado com o alcance dos objetivos do negócio.”

Wikipédia, 2012

Alguns itens que deverão estar no portfólio:

- Planificações da embalagem
- O desenho da embalagem em três dimensões
- Medida da área (quantidade de material) e volume, capacidade (quantidade do produto)
- Fotos da embalagem
- Imagens da criação
- Especificações como: tipo de material, cor, dados diversos e não somente medidas, tamanhos

➢ Como foi feita a escolha do material

➢ O por que da sua embalagem ser menos agressiva ao meio ambiente

➢ Como e porque escolheram esse modelo

➢ A trajetória da produção da embalagem deve estar nesta apresentação.

- ❑ Outros itens devem ser pensados por vocês, O que faria você comprar a sua embalagem?
- ❑ Coloquem-se no lugar deste empresário.
- ❑ A forma que vocês apresentarem o produto pode levá-lo a venda dele. A imagem vende o produto.
- ❑ Os dados que colocaram nela são suficientes para informar ao consumidor?
- ❑ Vocês devem apresentar algo que ainda não tem no mercado, algo novo.

- ❑ Se acharem necessário criar outro modelo para a embalagem, podem fazê-lo, porém mantenham no portfólio o material antigo, para que o empresário possa perceber a evolução do trabalho de vocês.

Fonte: Elaborado pela autora.

foi mostrado quais são as unidades de medida de capacidade com seus múltiplos e submúltiplos e, ainda, a relação entre algumas unidades de medida de volume e capacidade.

21ª aula:

Na vigésima primeira aula foi proposta aos estudantes uma experiência com duas embalagens diferentes que tivessem a mesma capacidade, para verificar qual era a forma melhor, ou seja, com menor área (menor quantidade de material) e maior volume (maior aproveitamento) (figura 5).

Para essa experiência prática, a professora levou para a aula duas embalagens que tivessem a capacidade de um litro, uma na

Figura 5: Forma ideal para a embalagem.

SERÁ QUE A FORMA ESCOLHIDA PARA A EMBALAGEM É A IDEAL?
É A DE MENOR CUSTO?
DE MELHOR MANUSEIO?

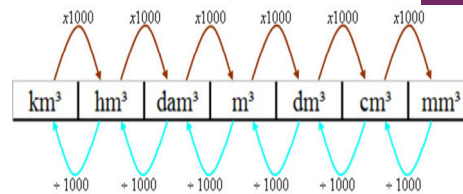
- Para baratear o produto, uma das propostas é estabelecer um formato adequado que utilize a quantidade mínima de material e o máximo aproveitamento ou volume.
- Então, como saber qual é a forma ideal para uma embalagem?

Forma ótima para uma embalagem:

mínima área e máximo volume

- Três conceitos importantes:
 - ❖ Área: é um número real, maior ou igual a zero, que representa a medida de uma superfície.
 - ❖ Volume: é o espaço ocupado por um corpo.
 - ❖ Capacidade: é o volume interno de um recipiente.

Observe a tabela de transformações das unidades de medidas do volume



Algumas unidades de volume são relacionadas com algumas medidas de capacidade. Por exemplo:

1 m^3 (lê-se um metro cúbico) = 1000 litros

1 dm^3 (lê-se um decímetro cúbico) = 1 litro

1 cm^3 (lê-se um centímetro cúbico) = 1 mililitro (ml)

A unidade fundamental de capacidade chama-se litro. Litro é a capacidade de um cubo que tem 1dm de aresta. $1\text{ l} = 1\text{ dm}^3$
Múltiplos e submúltiplos do litro

Múltiplos	Unidade Fundamental	Submúltiplos
quilolitro	litro	decilitro centilitro mililitro
kl	l	dl cl ml
1000l	1l	0,1l 0,01l 0,001l

- Verificação prática:
 - Comparação de área e do volume de um prisma de base retangular e de um cilindro, ambos com a mesma capacidade.
 - Embalagem utilizadas:
 - caixa de leite – capacidade: 1l (prisma)
 - lata de doce – capacidade: 1l (cilindro)

Fonte: Elaborado pela autora.

forma de um prisma (caixa de leite) e outra na forma cilíndrica (lata de doce). Inicialmente, passou-se no quadro a fórmula para o cálculo total da área de um prisma e, depois, a fórmula para o cálculo do volume de um prisma. Solicitou-se o auxílio de um estudante em cada turma para medir a caixa, eles mediam e passavam para a professora os valores que ela escrevia no quadro. No caso do prisma não foram consideradas as dobras e isso lhes foi explicado. Foram realizados os cálculos, com as explicações necessárias, e os estudantes eram questionados durante esse momento.

Em seguida, passou-se no quadro a fórmula para o cálculo total da área de um cilindro e também do volume. A professora perguntou aos estudantes qual era a forma geométrica da parte lateral de um cilindro e todos, facilmente, identificaram que era um retângulo. Depois, foram questionados sobre a forma das bases do cilindro e todos identificaram os círculos. Para o cálculo da área lateral do prisma precisavam saber duas medidas, o perímetro do círculo e a altura da lata. Mostrou-se que, usando um barbante, poderiam encontrar a medida do perímetro e que se não tivessem fazendo uma verificação prática, deveriam usar a fórmula do perímetro.

Na sequência, os estudantes foram questionados sobre a fórmula para o cálculo da área de um círculo, alguns confundiram com a fórmula do perímetro de um círculo, mas logo lembraram. Solicitou-se que observassem a fórmula de área e quais informações deveriam saber, responderam que era o raio e falaram o valor do pi. Mostrando a lata, a professora perguntou qual era a medida do raio, todos responderam que era a metade do diâmetro. Ela perguntou o que era o diâmetro, mas poucos sabiam responder. Alguns estudantes falaram baixinho que o diâmetro passava pelo centro do círculo e ia de um ponto a outro da circunferência. Outros diziam que o diâmetro ia de um lado a outro da circunferência, então foi feita uma observação, mostrando que não existiam lados naquela forma geométrica e foi explicado o que significava o raio e o diâmetro.

A professora disse que era uma prática e na lata não estava indicado exatamente o centro do círculo, por isso o raio que encontrariam seria um valor aproximado, mas mostrou-lhes como poderiam encontrar usando uma régua. Mostrou-se que, inicialmente, naquela situação deveriam medir aproximadamente o centro e encontrariam como raio um valor próximo a 10cm.

A área total e o volume do cilindro foram calculados. Em seguida, as medidas do cilindro foram comparadas com as medidas do prisma. Os estudantes foram lembrados que a embalagem ótima seria aquela que tivesse a menor área e o maior volume, então concluíram que a forma ideal para um produto de um litro seria um cilindro. Mas após essa conclusão, a

professora pediu que pensassem se seria agradável consumir o leite em uma embalagem no formato cilíndrico e se, para o transporte, seria a forma ideal. A partir de uma conversa, os estudantes refletiram e concluíram que para a escolha do formato de uma embalagem não deve ser levado em consideração apenas o custo do material, mas sim o transporte, manuseio e diversos outros itens.

Após essa verificação prática, outras fórmulas para cálculo de volume dos sólidos, como a da pirâmide, a do cubo e a do cone foram escritas no quadro. Alguns exercícios clássicos foram realizados, a fim de que os estudantes utilizassem as fórmulas para calcular o volume dos sólidos identificados nos problemas.

22^a, 23^a e 24^a aula:

Nessas três aulas foi necessário abordar alguns conteúdos para finalizar o 2º trimestre letivo, pois a prova trimestral já estava marcada. Conforme combinado com os estudantes, os portfólios deveriam ser entregues na aula em que fariam a prova e que seria marcada outra data para a apresentação. Foi necessário que entregassem antes da apresentação, pois o portfólio seria avaliado neste trimestre e a professora, autora dessa pesquisa, precisava fazer o fechamento das notas.

Em uma das aulas foram corrigidas as atividades sobre área de figuras planas e volume dos sólidos geométricos, pois eram os conteúdos que haviam sido trabalhados, conforme descrito na aula anterior. Os estudantes apresentaram dúvidas, a maioria delas não foi ao usar as fórmulas, mas sim no entendimento de como deveriam ser resolvidas as questões, mesmo nas simples como, por exemplo: *Um pavimento tem a forma retangular e suas dimensões são 8,5m e 6m. Quantos pisos retangulares de 30cm por 17cm são necessários para revestir totalmente esse pavimento?* Os estudantes apresentavam dúvidas para começar a resolver, não compreendiam o que pedia a questão. Também apresentaram dúvidas nos cálculos com números decimais e transformação de unidades de medida.

Em outra aula, foi explicado o conteúdo sobre quadriláteros, uma das classificações dos polígonos. Os estudantes não apresentaram muitas dúvidas. Na última aula do trimestre, realizaram a prova trimestral, na qual todo o conteúdo estudado no segundo trimestre foi avaliado. Nessa aula os estudantes também entregaram o portfólio da embalagem criada.

As embalagens criadas foram bastante diversificadas e os portfólios também. A maioria dos grupos não seguiu exatamente aquilo que havia sido pedido, mas houve trabalhos muito criativos. Dois grupos fizeram vídeos sobre a embalagem e vários colocaram as fotos da criação. Os modelos criados foram para vários tipos de produtos, como embalagens para

cup cake, cereais, celular, suco de laranja, porta-joias, saís de banho, chocolate, bombons, enfim, diversos modelos. Alguns estudantes entregaram o portfólio em um CD, outros em pendrive e alguns entregaram o trabalho impresso.

Na figura 6, é possível ver imagens com os portfólios impressos e entregues pelas quatro turmas.

Figura 6 – Portfólios das embalagens



Fonte: Elaborado pelos estudantes.

Na figura 7 há fotos das embalagens criadas pelos estudantes.

Figura 7 – Embalagens criadas pelos estudantes



Fonte: Elaborado pelos estudantes.

Nesta fase, um momento importante e significativo para os estudantes foi o exercício prático, realizado em sala de aula, para verificar qual modelo de embalagem era o melhor, um no formato cilíndrico e outro no formato de um prisma. Com essa atividade os estudantes compreenderam como é feito o cálculo da área e do volume desses sólidos, que eram embalagens de produtos consumidos por eles. Além disso, puderam perceber a relação entre os conceitos matemáticos, sua utilização e aplicação em situações cotidianas.

Essa atividade também proporcionou aos estudantes compreender que diversos itens são importantes na escolha do formato de uma embalagem, como viram na verificação. Uma embalagem pode ser o modelo ótimo em relação ao custo, porém não é o melhor em relação

ao transporte. Dessa forma, os estudantes puderam tomar decisões e fazer escolhas baseados em uma situação comprovada pelos cálculos matemáticos.

3.2 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES REALIZADAS COM O GRUPO 2

A segunda aplicação da pesquisa foi realizada em uma escola particular do interior do estado do Rio Grande do Sul, a mesma escola onde foi feita a primeira aplicação. Foram convidados 15 estudantes da 6ª série (7º ano) do Ensino Fundamental, sendo 10 meninas e 5 meninos.

As atividades aconteceram fora do horário de aula, em função disso, antes de iniciá-las, foi solicitado à coordenadora e à diretora da escola autorização para que se realizassem as atividades e para que fosse possível utilizar o espaço escolar. Na sequência, encaminhou-se aos responsáveis de cada estudante um convite, explicando como e quando seriam as atividades e quais eram os objetivos. Os responsáveis reenviaram uma autorização assinada, conforme apêndice A.

Como as atividades aconteceriam à tarde, ao receber o convite, uma das estudantes já avisou que não poderia participar por ter outras atividades no horário. Durante os encontros, outros estudantes faltaram e alguns desistiram por ter outros compromissos. As atividades foram concluídas com 9 estudantes – 6 meninas e 3 meninos.

A carga horária semanal para essa série é de 25 períodos semanais, no turno da manhã. Para a realização desta pesquisa, foram utilizados dois períodos semanais, cada um com 50 minutos, sempre no turno da tarde, ou seja, no período inverso ao turno de aula. A autora desta pesquisa é a docente da disciplina de Matemática dos estudantes.

A seguir, descrevem-se os relatos dos encontros ocorridos durante as três etapas de modelação: (1ª) percepção e apreensão, (2ª) compreensão e explicitação, (3ª) significação e expressão. Destaca-se, novamente, que as três etapas não ocorreram separadamente.

1ª Etapa: Percepção e Apreensão

Nesta fase, o objetivo foi estimular os estudantes a perceberem o que é necessário para a criação de uma embalagem, quais são os conhecimentos, os dados e as informações necessárias. Foi feita a apresentação das propostas de trabalho a partir do tema “Embalagem”. Uma das propostas foi o levantamento de dados, busca de informações sobre a embalagem, em que foi possível aos estudantes se apropriarem e tomarem conhecimento do tema

proposto. Outra proposta foi a utilização dos instrumentos de desenho e a explicação sobre o desenho de retas e circunferências. A descrição dos encontros, que são considerados aula, está apresentada a seguir.

1ª aula:

Nesta primeira aula, o objetivo era conseguir perceber o que os estudantes conheciam sobre embalagens e também qual era o nível de interesse deles pelo assunto. Outro objetivo era apresentar a proposta das atividades a serem desenvolvidas neste trabalho de pesquisa: a criação de uma embalagem e a elaboração de um portfólio sobre ela. Como teriam de imaginar a venda da embalagem, a ideia era a criação de algo novo.

Para que o ambiente ficasse mais acolhedor e para que não parecesse um momento de aula, mas sim um encontro informal, as classes foram organizadas em formato de meio círculo, a professora ficou de frente para os estudantes e iniciou a conversa com a seguinte questão: *Vocês já pensaram alguma vez em criar uma embalagem?* A resposta quase unânime foi “não”, apenas uma estudante disse que sim, dizendo o seguinte: *sempre quando eu via algum produto no mercado eu pensava como podia fazer uma embalagem diferente pra aquele produto...*

Depois que essa estudante falou, todos queriam fazer algum comentário, então foi explicado como seria o nosso trabalho naquele grupo, que a proposta era para criar uma embalagem e que os estudantes iriam escolher para qual produto seria. Eles ficaram um pouco agitados, querendo ter mais informações. A professora explicou que o trabalho seria feito em dupla ou em trio, que teriam tempo para conversar sobre a criação, mas que antes conversariam um pouco sobre embalagens.

Neste encontro foram levadas algumas embalagens para que os estudantes pudessem observá-las. Foi feita a seguinte pergunta: *O que vocês acham que chama atenção em uma embalagem?* Eles foram falando ao mesmo tempo, estavam bastante entusiasmados. Muitas vezes, para que pudesse ouvir, foi preciso pedir que ficassem mais calmos. As respostas eram faladas alternadamente, sendo elas: *cor, imagens, formato, escrita...*

Em seguida, foi questionado: *Vocês acham que têm pessoas que compram os produtos por causa das embalagens?* Todos queriam falar ao mesmo tempo. Para organizar o grupo, foi explicado que era importante ouvir as ideias de todos os colegas, pois teriam que criar uma embalagem e, quanto mais informações, melhor. Alguns estudantes falaram o seguinte: *Muitas vezes faço minha mãe comprar o detergente que é colorido...* A professora fez uma intervenção, questionando o porquê disso: *Será que não é pelo motivo da embalagem ser*

transparente e quando vemos a cor parece mais atrativo? Todos concordaram que era. Uma lata de doce de pêssego foi mostrada e se perguntou: *Quando olham a lata, já não dá vontade de comer?* Um estudante disse o seguinte: *É como aquele bolo recheado da Bauduco, na foto da embalagem parece ter um monte de recheio, mas quando vai comer é muito diferente.* Outros estudantes comentaram: *- É como aquele achocolatado novo, o da Alpino, é como os outros, os outros são até melhores, mas olhando a gente lembra do chocolate e dá vontade de comprar. --Tipo, as caixas de leite, agora tem umas roxas e rosas, as pessoas compram pela cor... - Tem aquela cola bastão nova, que é colorida, é roxa, a gente vê por fora na embalagem a cor, e acha mais interessante e quer comprar. - A minha prima comprou um cd só por que gostou da capa, e ela nem gostava da banda...*

Os estudantes fizeram muitos comentários, queriam falar muito, às vezes fugiam um pouco do tema, dando exemplos que não cabiam exatamente na conversa, mas foi possível perceber que eles tinham várias ideias e, pelo fato de serem bastante jovens, eram muito observadores, estavam a todo momento querendo comprar algo, observavam os detalhes, demonstraram ser muito consumidores.

Após essa conversa, foi retomado o tema da proposta, dizendo-lhes: *Como a ideia é criar uma embalagem, o que vocês acham que é necessário saber para criar uma embalagem?* Algumas respostas foram: *- Preciso conhecer muito bem o produto que vou criar a embalagem... - Aquilo que é obrigatório... - Ah, o código de barras. - Preciso saber o tamanho do produto que vai dentro da embalagem. - Tem que ter uma frase na embalagem que chame atenção de quem vai comprar. - Tem que ter um número para o cliente fazer reclamações... - Data de validade. - Teria que ter tipo uma bula, como, por exemplo, explicando se pode causar reação...*

Como não comentaram sobre a forma de transporte, a professora perguntou se o tipo de material não era importante, e uma das estudantes prontamente respondeu: *- Material reciclável...* Conversou-se mais um pouco e foi retomando o aspecto de utilização de materiais recicláveis, levando os estudantes a pensarem quais são os benefícios para o meio ambiente; alguns deram exemplos que aconteceram em suas casas e com seus familiares. Em seguida, mostrou-se aos estudantes, em slides, alguns modelos de embalagens diferentes, servindo também de exemplo para eles observarem o que poderiam criar e que fosse diferente.

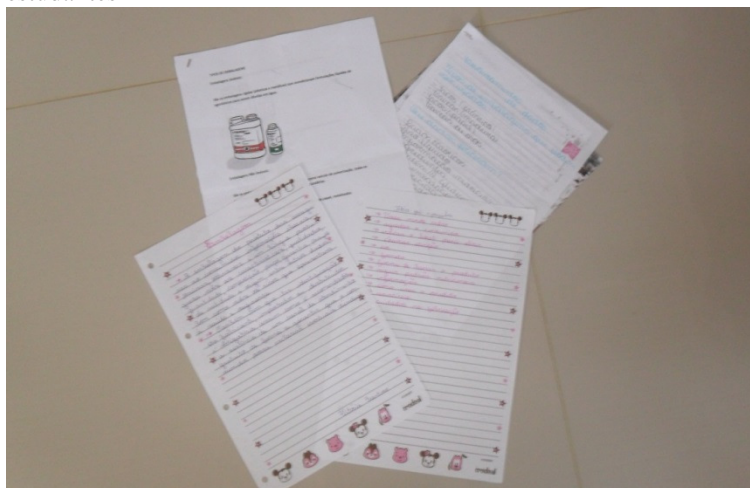
No próximo seguinte, foi explicado como seria o trabalho do portfólio e o que deveria constar nesse material. Explicou-se também que o objetivo da atividade “criação de uma embalagem”, além de motivar para uma pesquisa, era a aprendizagem de conceitos de geometria e matemática. Os estudantes fizeram a escolha das duplas para o trabalho.

Solicitou-se, para o próximo encontro, que os estudantes fizessem um levantamento de dados sobre o tema, como tipos de embalagens, materiais que poderiam ser utilizados, dados que precisam constar em uma embalagem, a forma de transporte, dados sobre reciclagem, a relação entre o preço do produto o tipo de embalagem. Foi pedido que escolhessem uma forma para apresentar ao grupo e foram solicitados os materiais necessários para o andamento das atividades, como, régua, compasso, esquadros e transferidor.

2ª aula:

No início da segunda aula, os estudantes apresentaram as informações obtidas sobre embalagens, conforme solicitado no encontro anterior (figura 8). A cada estudante que lia os dados encontrados, era solicitado que escutassem com atenção, pois eram informações importantes a todos para a criação de sua embalagem. A maioria dos estudantes apresentou as informações e imagens acessadas na internet, alguns contaram que em casa, observaram as embalagens e fizeram anotações sobre os dados que constavam nelas.

Figura 8 - Dados e informações sobre embalagens coletados pelos estudantes



Fonte: Elaborado pelos estudantes.

Após esse momento, como nenhum deles havia percebido a relação entre as embalagens e a matemática, foi feita a seguinte questão: *Quando vocês percebem que usam ou acham que usam a matemática no seu dia-a-dia?* As respostas foram as seguintes e, novamente, todos queriam falar ao mesmo tempo: - *Para contar dinheiro...* - *No número do celular...* - *Para fazer contagem de produtos...* - *Às vezes minha mãe pede para comprar sabão em pó e pede o mais barato, daí eu preciso fazer a conta...* - *Medir altura, peso...* - *Abastecer o carro...* - *No Jogo do Escudo, por exemplo, diz assim: “tira 17 do triplo do dano do adversário”.* - *Para fazer bolo, quando tem na receita: $\frac{3}{4}$ de uma xícara...* - *Quando tenho dinheiro limitado, preciso calcular...* - *No posto, conforme o dinheiro dá a quantidade de combustível...* - *No final do mês, meu pai faz um gráfico, com o percentual que gastamos com roupa, comida...*

Perguntou-se para os estudantes: *Vocês acham que os conteúdos que aprendem na escola são utilizados nas suas vidas?* No início, alguns ficaram um pouco em dúvida para responder, mas logo a maioria achou que não utilizava os conhecimentos da escola no dia-a-dia, mesmo assim, durante as falas, houve algumas divergências de opiniões. Essa questão fez com que repensassem, possivelmente por que nunca tivessem sido questionados sobre isso. Alguns ficavam indecisos a cada resposta dos outros colegas, conforme se pode ver nas respostas: - *Na 1ª série aprendemos a somar e usamos até hoje.* - *Acho que aprendemos coisas para a faculdade, mas no dia-a-dia não, depende da profissão.* - *Depende da profissão que vamos exercer, mas parece que usamos de um jeito mais fácil...* - *Acho que devemos aprender o básico para viver...* - *Estamos na escola para aprender mais que o básico, se não, não precisávamos estar aqui...* - *Deviam nos ensinar para a vida...*

Depois desse momento, como o objetivo era fazer com que relacionassem a matemática com as embalagens, perguntou-se a eles: *Quais as relações que vocês acham que existem entre as embalagens e a matemática?* As respostas foram simples e poucas, como: formas geométricas e geometria.

A professora retomou a ideia do portfólio da embalagem e lembrou que nesse material será preciso ter a imagem da embalagem, para que o comprador possa vê-la. Os estudantes foram questionados da seguinte forma: *Como vocês acham que podem representar uma embalagem no portfólio?* Apenas um estudante falou que seria através de um desenho. Dessa forma, foi feita a seguinte pergunta: *O que é necessário saber para fazer estes desenhos?* Novamente as resposta foram simples, como: medidas e formas geométricas.

Devido às respostas anteriores, a professora explicou ao grupo que antes de fazer o desenho da embalagem, todos precisavam saber traçar linhas nas diversas posições e, como também existem círculos nas embalagens, precisavam saber desenhar círculos, além de outras formas geométricas que as compõem.

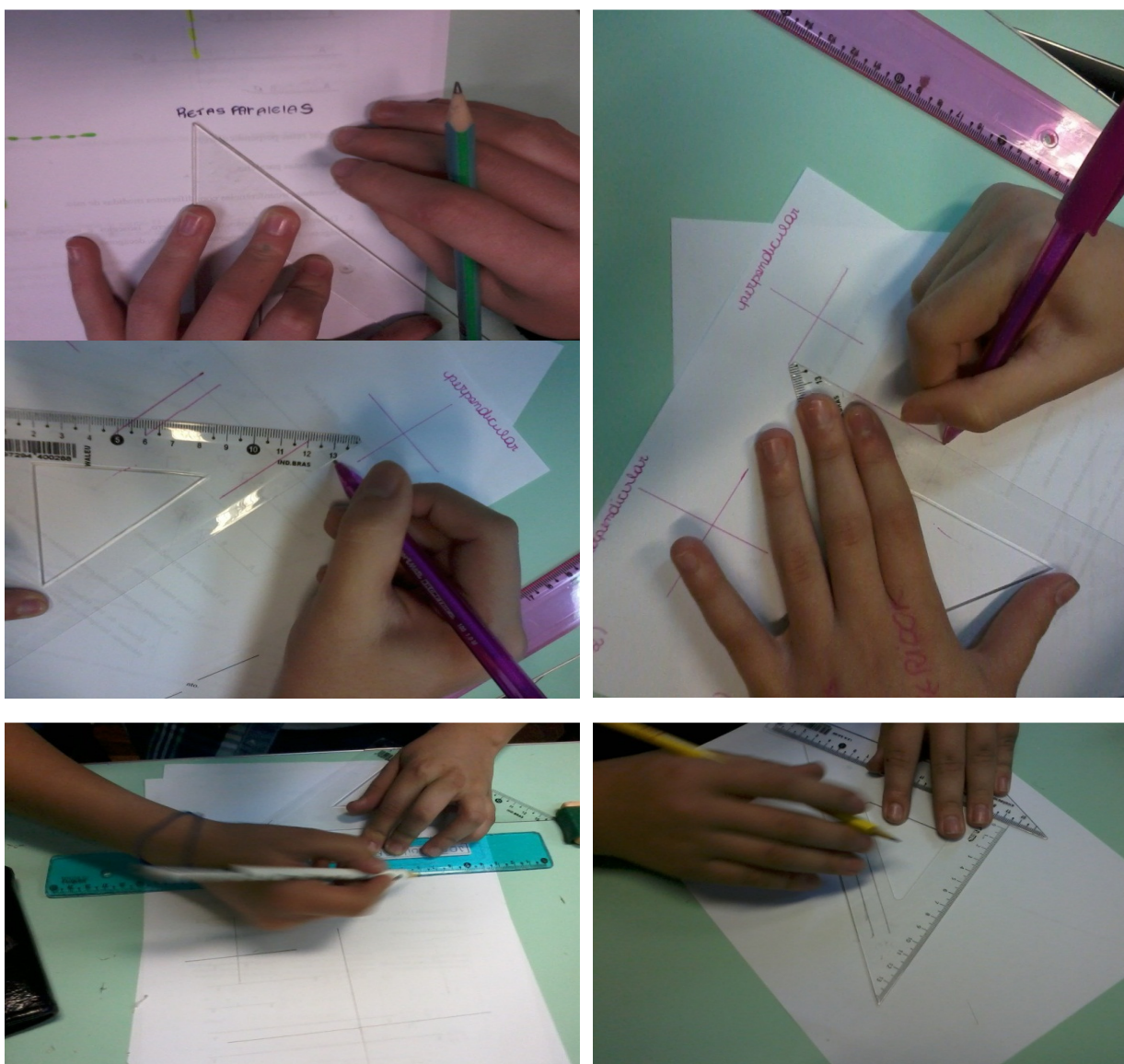
Foi entregue aos estudantes um material de apoio, em que havia os conceitos sobre as diferentes posições de retas e as relações entre elas. Antes de iniciar algumas atividades, foi explicada a função dos instrumentos de desenho solicitados no encontro anterior. A única dúvida que tiveram foi em relação à diferença entre os dois esquadros, fazendo a pergunta: *Qual é a diferença entre os dois esquadros?* Explicou-se que a diferença era quanto à medida dos ângulos internos do triângulo.

Para que utilizassem a régua e para que a professora pudesse observar se os estudantes tinham alguma dúvida, solicitou-se que medissem alguns segmentos de reta, e não apresentaram nenhuma dúvida. Logo após, mostrou-se no quadro como os esquadros eram

utilizados para fazer segmentos de reta paralelos e solicitou-se que fizessem no seu material. Na sequencia, foi feito no quadro o desenho de segmentos de reta perpendiculares e eles também fizeram nos seus materiais. De modo geral, não tiveram grandes dificuldades. Chamavam bastante a professora nas suas classes para que ela dissesse se estava certo ou não, mas poucos por não conseguirem manusear os esquadros. Conforme faziam os segmentos, a professora mostrava as embalagens, pedindo que observassem como tais segmentos se apresentavam nelas.

Na figura 9, há imagens dos estudantes desenhando e medindo os segmentos nas diferentes classificações.

Figura 9 – Estudantes realizando atividades sobre retas



Fonte: Registrado pela autora.

3ª Aula:

Na terceira aula foi feita uma retomada sobre o nome dos instrumentos de desenho, como régua, esquadros, compasso e transferidor e qual a função de cada um deles. Além disso, antes de explicar o que é a mediatriz, solicitou-se que os estudantes fizessem segmentos paralelos e perpendiculares novamente e não se percebeu dificuldades.

A professora explicou a eles o que é uma mediatriz e ensinou como desenhá-la. Nessa atividade os estudantes tiveram um pouco mais de dificuldade, pois precisavam utilizar o compasso. Foi perguntado se alguma vez já haviam utilizado aqueles instrumentos e disseram que nas séries anteriores já haviam estudado geometria e usado os instrumentos, mesmo assim apareceram dificuldades com o compasso, como se vê nas falas: - *Já usei o compasso, mas não sou muito prático... – Ai, prô, não me dou muito bem com o compasso...*

Enquanto eles faziam a mediatriz, a professora passava pelas classes, tirando as dúvidas e ajudando no desenho. Na sequência, foi dito que desenhariam circunferências, logo falaram que usariam o compasso, mas se perguntou: *O que precisamos saber para conseguir desenhar uma circunferência?* Ficaram em silêncio, olhando. Foram questionados se sabiam o que era o raio de uma circunferência e as respostas foram: - *Não sei... – É a linha da circunferência...*

A professora desenhou no quadro uma circunferência e mostrou nela o que era o raio e o diâmetro, mesmo após a explicação os estudantes ainda tinham dúvidas. Foi utilizado o exemplo de uma bicicleta, perguntando como se chamavam aquelas hastes que ficavam na roda. Eles ficaram um pouco surpreendidos e entenderam. Solicitou-se o desenho de circunferências com diferentes medidas de raio, porém a dificuldade no uso do compasso permanecia. Uma das estudantes girava a folha para desenhar a circunferência ao invés de mover o compasso. Explicou-se novamente a ela, que disse: - *Assim é mais fácil...*

Depois disso, foi explicado o que era um ângulo e como se obtinha medida um ângulo, mas antes foi perguntado se os estudantes já tinham utilizado o transferidor, todos falaram que sim. No entanto, ao utilizar o compasso tiveram muita dificuldade, principalmente no momento de marcar o centro no transferidor. Os estudantes foram questionados sobre quantos graus tinha uma circunferência, todos responderam 360°.

Essa pergunta foi feita, pois a atividade seguinte era ensiná-los um exemplo de desenho de polígonos utilizando a circunferência. O exemplo escolhido foi de um pentágono e, como todos já conheciam o nome dos polígonos, quando foram questionados, prontamente responderam que o pentágono tinha cinco lados. Explicou-se que iriam desenhar esse

polígono, utilizando uma circunferência. Eles não tiveram dificuldade em entender que, a divisão dos 360° por 5, resultaria na distância entre os cinco vértices do pentágono.

Na primeira fase foram proporcionados aos estudantes momentos de reflexão sobre a futura criação da embalagem e a criatividade dos estudantes foi estimulada. Isso por que os estudantes foram questionados em várias situações sobre diversos itens necessários em uma embalagem. Além disso, eles pensaram sobre a matemática que aprendem na escola ou fora dela e utilizam no cotidiano. Essa matemática também está presente nas embalagens. Foi possível aos estudantes perceber que o desenho é uma forma de representar a embalagem e que para fazê-lo é preciso saber vários conteúdos de Geometria.

2ª Etapa: Compreensão e explicação

4ª e 5ª Aula:

Na quarta aula, antes de a professora apresentar aos estudantes as atividades que seriam realizadas para a criação da embalagem - os três encontros anteriores haviam sido preparados para que os estudantes se inteirassem do tema - foi feita a seguinte pergunta: *Vocês já haviam percebido nas embalagens que manuseiam a matemática necessária para a criação delas?* As respostas foram as seguintes: - *Não tinha parado para pensar que tinha essa matemática.* - *Os encontros ajudaram na disciplina de Artes.* - *Acho que isso vai ajudar bastante na criação da nossa embalagem, pois eu olhava e achava que era só desenhar.*

Após essa conversa, foi feita a pergunta que serviria como um guia para eles, que os faria refletir sobre informações importantes após o desenho da embalagem e, até mesmo, na escolha do modelo da embalagem. A pergunta foi: *Com base em modelos-guia de embalagens, o que deve ser pensado, para uma possível inclusão, no momento da criação da embalagem de vocês?* Eles fizeram várias sugestões e destacaram aspectos importantes, todos queriam participar e contribuir com sua opinião, sendo elas: *usar menos vidro; agradar o consumidor; indicar o local para abrir; chamar a atenção; cor; formato; forma para lacrar o produto; seguir padrões nutricionais; informações; como usar o produto; resistência; cuidados na fabricação.*

Antes de iniciar com o modelo guia, a professora perguntou se sabiam o que eram os sólidos geométricos e como todos disseram já saber, ela deu sequência à aula, dizendo que os sólidos geométricos servem de modelos para as embalagens, modelos que podem ser considerados: regulares ou irregulares, segundo definições matemáticas.

Durante esta aula (4^a) e a 5^a aula, apresentaram-se explicações ao grupo, a partir das quais elaborariam quatro modelos de embalagens, servindo de base para a criação de suas próprias embalagens. Durante a elaboração, foi sendo explicado cada passo e, também, os conteúdos que foram surgindo.

Para escolher o modelo de uma embalagem, há diversas opções de sólidos, mas como nesta pesquisa não é possível, em razão do tempo, apresentar muitos modelos, foram escolhidos quatro. Essa escolha foi feita com base em observações e na percepção de que as embalagens utilizadas no cotidiano possuem, na maioria das vezes, o mesmo formato. Sendo assim, foram apresentados aos estudantes como guias os modelos no formato de um cubo, de um prisma de base retangular, de um cilindro e um prisma de base triangular.

Passou-se, então, ao desenho dos sólidos, modelos-guia das embalagens. A professora explicou, mas eles já sabiam, o que era a planificação. A primeira planificação feita foi a do cubo (hexaedro) e, antes de iniciar, foi apresentada uma planificação pronta desse sólido, solicitando que observassem como eram as faces, onde se localizavam e quantas eram.

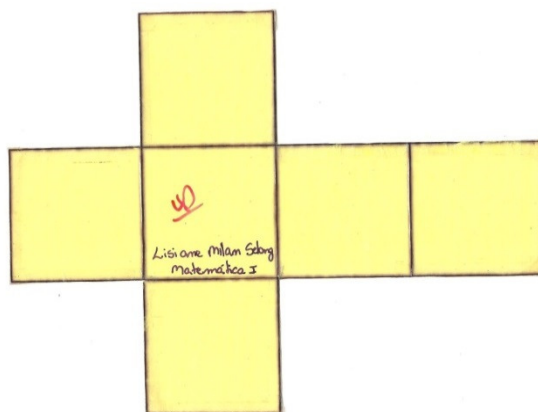
A planificação do hexaedro se deu na seguinte sequência: os estudantes foram orientados a utilizar a folha na posição paisagem (horizontal) e a traçar, inicialmente, um segmento horizontal, a uma distância aproximada de 7 cm da base da folha. Como questionaram qual era a medida do segmento, solicitou-se que o fizessem ocupando toda a largura da folha; depois pediu-se que marcassem um ponto a uns 3 cm do início da folha. Com a abertura do compasso em 6 cm, apoiado neste ponto, fizeram um outra marca sobre o segmento; na sequência repetiram o processo outras três vezes; apagaram as linhas que sobram antes da primeira marca e, após a quinta marca; solicitou-se que, em cada ponto marcado sobre o segmento, fosse feita outro segmento perpendicular, sem muitas dificuldades realizaram mais este passo. Novamente, com a abertura do compasso em 6cm, pediu-se que, com essa medida, fossem feitas marcas sobre cada um dos segmentos perpendiculares desenhadas anteriormente.

A cada passo e a cada demonstração de dúvida dos estudantes do grupo, lhes era mostrada uma planificação pronta, nela indicava-se que observassem qual passo haviam acabado de realizar. Na sequência da planificação, os estudantes já haviam notado que para encontrar os quatro quadrados, era preciso unir as cinco marcas feitas com o compasso, e foi isso que fizeram. Foi orientado que os segmentos perpendiculares feitos no segundo quadrado fossem ampliadas tanto para cima, quanto para baixo. Com o auxílio do compasso em abertura de 6 cm, apoiado sobre o canto superior esquerdo do segundo quadrado encontrado, os estudantes marcaram o segmento perpendicular; em seguida, com o compasso apoiado no

canto superior direito, fizeram outra marca sobre o outro segmento perpendicular. Unindo essas duas últimas marcas, encontraram o quinto quadrado. Logo após, com a mesma abertura do compasso e apoiado no canto inferior esquerdo, fizeram uma marca sobre o segmento perpendicular; e com o compasso apoiado no canto inferior direito, fizeram a última marca sobre o outro segmento perpendicular. Uniram as duas marcas e encontraram o sexto quadrado, conforme figura 10.

Durante o desenho do hexaedro, a professora circulava entre os estudantes. Eles não tinham muitas dúvidas quanto ao uso dos instrumentos de desenho, mas ficavam muito inseguros para saber se estavam fazendo de modo correto os passos da planificação. Algumas das perguntas e afirmações que eles faziam eram as seguintes: *Tá bom assim? Tem que ser grande a linha? Esse quadrado ficou maior que esse* (mostrando no desenho).

Figura 10 - Planificação do hexaedro



A cada momento de dúvida, como essa da última afirmação, solicitava-se que medissem novamente para ver o que estava errado e perceber o seu erro. Os estudantes faziam rapidamente os passos e não tinham dúvidas quanto ao desenho dos segmentos perpendiculares, até por que já haviam visto nos encontros anteriores.

Fonte: Elaborado pela autora.

O próximo modelo-guia apresentado ao grupo foi o de um prisma de base retangular. Antes de iniciar a planificação, foi mostrada uma já pronta e pedido que observassem como eram as faces desse sólido, pois era diferente, por ser um sólido irregular. Os estudantes fizeram o desenho conforme os passos seguintes.

Foi solicitado, novamente, que utilizassem a folha na posição paisagem (horizontal). Eles traçaram um segmento horizontal, a uma distância aproximada de 6cm da base da folha e, como questionaram novamente qual era a medida do segmento, foi dito para fazerem ocupando toda a largura da folha. Na sequência, pediu-se que marcassem um ponto a uns 6cm do início da folha, com a abertura do compasso de 4cm e, apoiado nesse ponto, marcaram sobre o segmento um outro ponto.

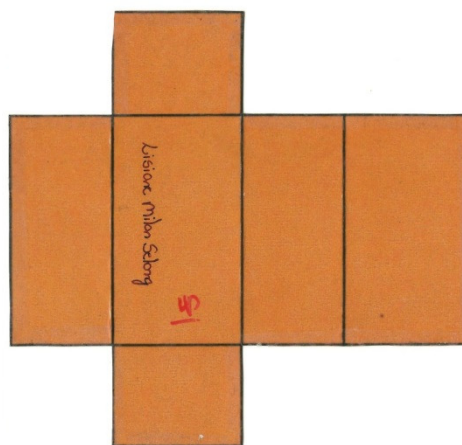
Logo depois, com a abertura do compasso de 5cm e apoio no último ponto feito, marcaram novamente. Solicitou-se que repetissem esses dois últimos passos, alternando a abertura do compasso em 4cm e 5cm. Os estudantes apagaram as linhas que sobraram antes da primeira e após a quinta marca. Indicou-se que em cada um dos cinco pontos marcados

sobre o segmento, fosse riscada um segmento perpendicular, feita sem dificuldades. Com a abertura do compasso em 9cm, traçaram outras marcas sobre os cinco segmentos perpendiculares, sempre com o compasso apoiado nas marcas já dispostas sobre a linha horizontal. Eles logo perceberam que, unindo as cinco marcas, encontrariam quatro retângulos. Com os quatro retângulos finalizados, a professora mostrou a planificação pronta e as falas dos estudantes deram sinais de que entenderam o que deveria ser feito. Solicitou-se que prolongassem os segmentos perpendiculares feitos no segundo retângulo.

Foi perguntado se eles saberiam dizer qual deveria ser a próxima abertura do compasso para que fizessem os últimos dois retângulos, mas ninguém soube responder. A professora mostrou-lhes, na planificação vista anteriormente, o que acontecia quando os dois retângulos se encontravam, quando o sólido era montado. Então, perceberam que deveriam ser da largura do primeiro retângulo feito.

Com apoio do compasso do canto superior esquerdo e abertura de 4 cm, marcaram sobre o segmento perpendicular um ponto. Repetiram esse passo, apoiando o compasso no canto superior direito do segundo retângulo. Logo após, uniram as duas marcas, encontrando uma das bases do prisma. Em seguida, com a mesma abertura do compasso e com ele apoiado no canto inferior esquerdo, marcaram um ponto sobre o segmento perpendicular. Repetiram o processo, apoiando o compasso no canto inferior direito do segundo retângulo e encontrando a outra base do prisma, conforme figura 11 - Planificação do prisma de base retangular figura 11.

Na planificação deste sólido, os estudantes também não tiveram muitas dúvidas. A pergunta: *é assim prô?* continuou a surgir; ela demonstrava a insegurança de todos no desenho e o desejo de não errar. Além disso, queriam sempre a presença da professora em suas classes.



Fonte: Elaborado pela autora.

Na quinta aula, foram planificados outros dois sólidos geométricos, modelos para as embalagens. Inicialmente foi feita a planificação de um prisma de base triangular e depois de um cilindro. Antes de planificar o prisma de base triangular, foi mostrada uma planificação pronta, solicitando que observassem como eram as faces desse sólido e quais eram as etapas para a planificação. Para iniciar o desenho, a orientação foi que utilizassem a folha no sentido

horizontal e que traçassem um segmento horizontal, a uma distância aproximada de 6cm da base da folha. Indicou-se que a medida do segmento ocupasse toda a largura da folha e que fossem apagados os excessos. Em seguida, pediu-se que marcassem um ponto para iniciar o desenho.

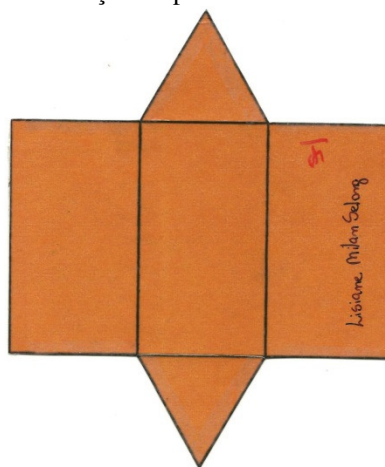
Quando os estudantes questionaram onde deveria ser marcado o ponto, a professora explicou que o ideal seria que a planificação ficasse centralizada na folha. Com a abertura do compasso de 5cm e, apoiado no ponto feito anteriormente, marcaram sobre o segmento um outro ponto. Esse processo foi repetido outras duas vezes. Em seguida, fizeram segmentos perpendiculares ao primeiro segmento feita, nos quatro pontos marcados. Eles tiveram um pouco de dificuldade para desenhar os segmentos perpendiculares, utilizando os esquadros. Foi necessária uma nova explicação, apresentando no quadro o manuseio dos esquadros para o desenho.

Após o desenho dos segmentos perpendiculares, os estudantes já questionaram qual deveria ser a altura delas, ou seja, a altura do prisma, nem foi necessário apresentar a planificação pronta. Foi solicitado que deixassem o compasso com uma abertura de 9cm e marcassem sobre os segmentos perpendiculares um ponto, estabelecendo a altura do sólido. Na sequência, uniram os quatro pontos, finalizando o desenho dos três triângulos, das três faces do prisma.

Mostrou-se a planificação e solicitou-se que observassem novamente quais as faces já haviam desenhado e o que ainda faltava. Todos responderam: *Faltam os dois triângulos...* Os estudantes foram questionados sobre qual dos retângulos estavam desenhados os triângulos, eles responderam que estava no segundo triângulo. Perguntou-se qual deveria ser a medida do lado daqueles triângulos, mostrando a montagem da planificação. No início ficaram pensando, mas logo responderam que deveria ter a mesma medida da largura do retângulo, 5cm.

No passo seguinte, os estudantes foram orientados a deixar o compasso com uma abertura de 5cm e apoiá-lo no vértice superior esquerdo do segundo retângulo, fazendo uma marca para cima. Com a mesma

Figura 12 - Planificação do prisma de base triangular



Fonte: Elaborado pela autora.

abertura do compasso e o apoiando no vértice superior direito do retângulo, fizeram outra

marca para cima, que se encontrou com a anterior. Uniram os vértices superiores do retângulo ao centro da marca feita anteriormente, obtendo um dos triângulos, base do prisma. Repetiram o mesmo processo nos vértices inferiores do segundo retângulo e obtiveram o outro triângulo, ou seja, a outra base do prisma (figura 12).

O último sólido e modelo de embalagem desenhado foi o cilindro. Esse foi o que os estudantes mais tiveram mais dificuldade para desenhar. Primeiramente, tiveram dúvidas para o cálculo do perímetro da circunferência quando lhes foi apresentado o número π e, depois, no desenho da mediatriz para a localização das bases do cilindro.

Antes do início da planificação, foi mostrada ao grupo uma planificação pronta do cilindro, solicitando que os estudantes observassem quais formas geométricas faziam parte daquele sólido e todos responderam que era um retângulo e duas circunferências. Em seguida, a professora montou o sólido e pediu que pensassem em qual deveria ser a medida da largura do retângulo, se quando montado iria se encontrar com a circunferência. Ficaram pensando um pouco e, sem muita demora, a maioria respondeu que deveriam ter a mesma medida da circunferência, mas na verdade não imaginavam como seria encontrada tal medida.

Os estudantes foram questionados sobre a forma de iniciar o desenho do cilindro, se a largura do retângulo deveria ter a mesma medida do perímetro da circunferência – foi explicado sobre o que significa o perímetro, e qual é a diferença entre perímetro e área – *como saberiam as medidas para fazer o desenho?*

Foi explicado que, para calcular o perímetro de uma circunferência, existe uma fórmula, que é $2 \cdot \pi \cdot \text{raio}$. Quando a professora falou em raio, não surgiram dúvidas, mas quando falou no π , todos se olharam e ficaram pensativos. Um dos estudantes perguntou: *O que é o π ?* A resposta foi que esse símbolo é um número, representado por infinitos dígitos – não se falou em números irracionais, pois na 6ª série ainda não foram estudados – e que ele resulta da divisão da medida do perímetro de uma circunferência pelo diâmetro dela. Ainda foi explicado que, para calcular a área e o perímetro das circunferências, esse número será utilizado em uma forma aproximada, geralmente com duas casas decimais. Sendo assim, passou-se ao desenho do cilindro.

Os estudantes foram orientados a copiar a fórmula do perímetro, a substituir o valor do π e a medida do raio, que já foi fornecida. Em seguida, encontraram a medida do perímetro e compreenderam que essa também deveria ser a largura do retângulo, face lateral do cilindro. Foi solicitado que fizessem um seguimento de reta de 15,7 cm (valor anteriormente encontrado). Para o cálculo do perímetro, oportunizou-se a utilização de um conteúdo

trabalhado na 6ª série, as operações com números decimais, pois fizeram a multiplicação de $2 \cdot 3,14 \cdot 2,5$. Na sequência, eles deveriam traçar segmentos perpendiculares no início e no fim do segmento feito inicialmente. Logo após, para marcarem a altura do retângulo, foi solicitado que fizessem uma abertura de 8cm no compasso e marcassem essa medida nos segmentos perpendiculares feitos. Em seguida, uniram esses pontos, finalizando o retângulo.

A planificação pronta do cilindro foi mostrada novamente aos estudantes e eles viram que faltavam apenas as circunferências e que elas estavam centralizadas ao retângulo. Explicou-se que, para desenhá-las daquela forma, era preciso traçar um segmento chamado mediatriz, o primeiro segmento que desenharam para fazer o retângulo. A professora desenhou a mediatriz no quadro, indicando o passo-a-passo, mas houve muita dificuldade para compreender, mesmo que já se tivesse explicado isso em outro encontro. Ela fez uma nova explicação e solicitou que fizessem a mediatriz nas suas planificações, mas os estudantes ficaram muito agitados, com muitas dúvidas na utilização do compasso e, a todo o momento, pediam que a professora fosse até suas classes.

Essa etapa da planificação demorou certo tempo, pois foi necessário auxiliar todos os estudantes do grupo, retornar ao quadro e explicar mais uma vez, por fim todos conseguiram desenhar a reta mediatriz.

Estando pronta a mediatriz, o próximo passo foi o desenho das circunferências. A professora pediu que os estudantes deixassem a abertura do compasso em 2,5cm, ou seja, a medida do raio das circunferências. Eles fixaram o compasso no ponto na parte superior, onde a mediatriz se cruzou com o retângulo, e fizeram uma marca sobre a mediatriz. Logo após, fizeram o mesmo na parte inferior. Foi explicado ao grupo de estudantes que essa última marca feita seria o centro da circunferência. Para finalizar, fixaram a ponta do compasso na marca feita anteriormente e, com a mesma abertura, fizeram o desenho das circunferências, concluindo a planificação do cilindro com o desenho de suas bases (figura 13).

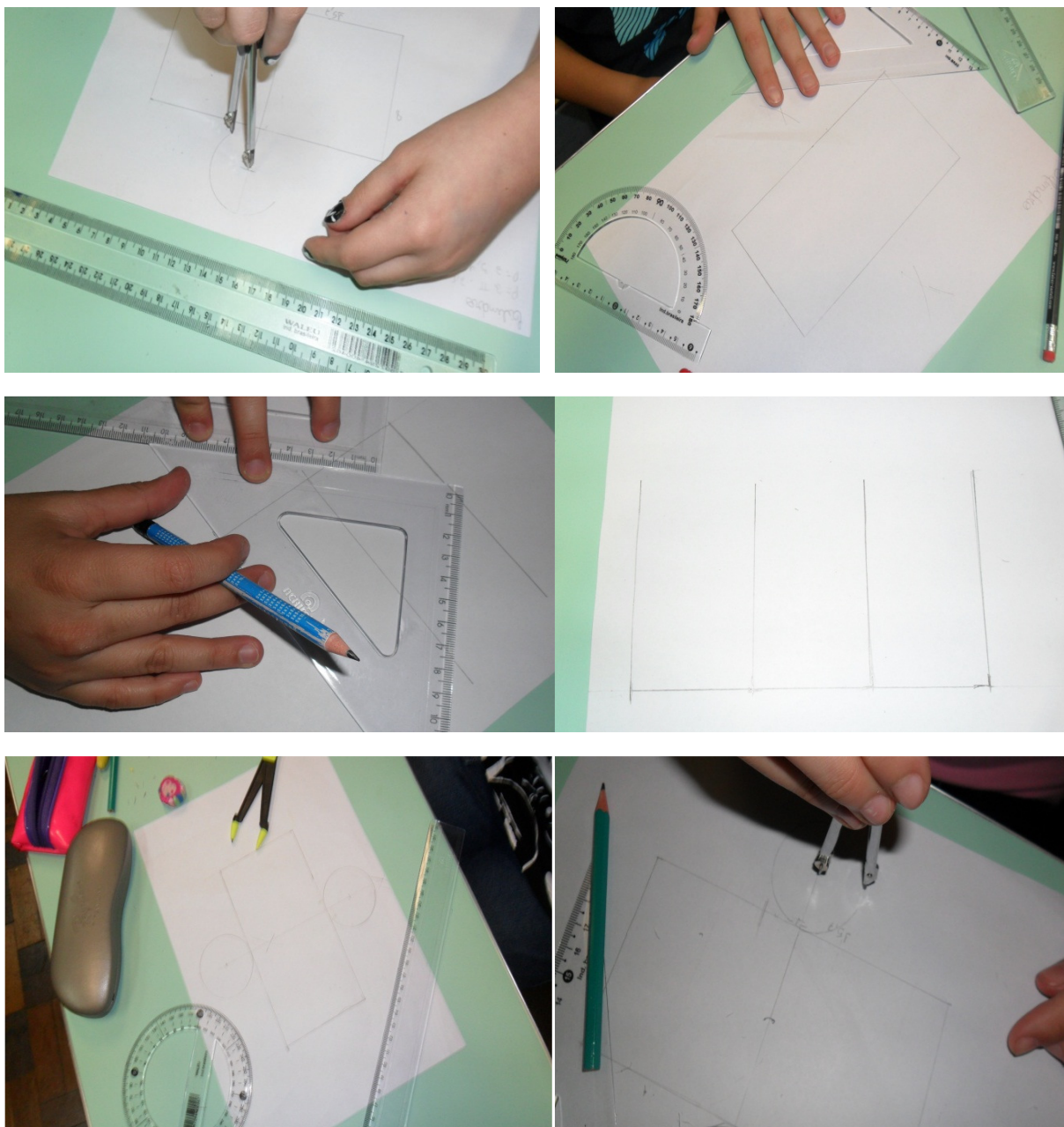
Figura 13 - Planificação do cilindro



Fonte: Elaborado pela autora.

Na figura 14 encontram-se fotos de momentos das planificações dos sólidos ensinados.

Figura 14 – Estudantes realizando as planificações dos sólidos



Fonte: Registrado pela autora.

Nesta segunda etapa, foi perceptível a importância e o resultado da primeira. Como na etapa anterior os estudantes se inteiraram do tema “Embalagens”, conseguiram utilizar as informações obtidas ao serem questionados sobre como deveria ser a embalagem que iriam criar. A partir das falas dos estudantes, notou-se que eles perceberam a matemática existente na criação de uma embalagem.

Também foi possível verificar em todos os momentos, agitação e inquietação por parte dos estudantes. Eles sempre precisavam de uma palavra confirmando se a planificação estava

correta, se os segmentos perpendiculares desenhados estavam “retas” e alguns pediam auxílio para a utilização dos instrumentos de desenho, como esquadros e compasso.

Os conteúdos foram ensinados de forma gradual. Na medida em que se apresentava uma nova planificação, explicavam-se ou se revisavam os conteúdos necessários para aquele momento. Era perceptível que o entendimento das atividades ocorria em momentos diferentes para os estudantes do grupo: enquanto alguns entendiam o próximo momento da planificação e já iniciavam o trabalho, outros ainda tinham dificuldades em desenhar circunferências com o compasso.

3ª Etapa: Significação e Expressão

6ª, 7ª e 8ª Aulas:

Nas duas primeiras aulas desta fase, os estudantes foram orientados para a criação de suas embalagens a partir dos modelos ensinados. Nesta etapa da modelação foi solicitada a recriação, a inovação, o que resultou em uma pesquisa, pois conforme Biembengut (no prelo) os processos de modelagem na educação se assemelham aos de uma pesquisa.

A professora iniciou o sexto encontro fazendo a seguinte pergunta, enquanto mostrava os modelos de sólidos planificados: *Como, a partir desses modelos, vocês irão criar os seus próprios modelos de embalagens?* Os estudantes foram lembrados de que um ponto muito importante para essa criação é a preservação do meio ambiente.

Elaborou-se, em forma de slides, e se enviou por e-mail aos estudantes orientações para a criação da embalagem e de um portfólio, pois deveriam elaborar a embalagem e um material para apresentá-la um empresário interessado na compra, sendo que ele impõe algumas condições para comprá-la.

Os estudantes foram orientados a criar algo novo para algum produto já existente. Durante a criação e a escolha do modelo, eles deveriam imaginar algo inovador e a criatividade dos grupos seria muito importante. Deveriam pensar como a nova embalagem, criada por eles, iria facilitar a vida de uma pessoa no dia-a-dia e não poderiam considerar somente a beleza e inovação, mas também a praticidade.

Os grupos de trabalho foram definidos, sendo uma dupla, um trio e um quarteto, o qual faria duas embalagens. Na sequência, dentro da sala de aula, os estudantes se organizaram para o início da elaboração do projeto. Explicou-se que antes de produzir a embalagem, era preciso definir alguns itens como, por exemplo, qual será o produto dessa embalagem, como será o formato e o tamanho dela. Era visível a empolgação dos grupos com essa tarefa,

chamando a professora nas classes para contar como seria o modelo. Através das falas, foi possível perceber que criariam embalagens bem diferentes e criativas, pois pensavam em modelos inovadores, como gostariam de comprar. Seguem alguns trechos das falas deles: - *A nossa embalagem vai ser para leite...* - *A embalagem vai ser para doce...* - *A gente pode usar outra forma que você não ensinou? A nossa vai ser em formato de pompom...* - *A nossa vai ser no formato de uma vaca.*

Na 7ª aula, os grupos continuaram trabalhando na criação da embalagem e providenciaram os materiais para produzi-la, conforme haviam combinado no encontro anterior. Foi feita uma intervenção no início deste encontro, lembrando que deveriam buscar informações sobre a forma de transporte do produto escolhido.

Um dos grupos estava fazendo a planificação da embalagem e perguntava a todo instante se o tamanho estava bom: *“Prô, esse tamanho tá bom?”*. Orientava-se que pensassem na quantidade do produto que iria ser embalado, para que conseguissem pensar no tamanho da embalagem. Os estudantes não conseguiam imaginar isso e nem perceber essa relação.

Os grupos estavam bem empolgados para fazer a embalagem, haviam levado vários materiais e todos sugeriam alguma coisa. Como estavam reunidos e o grupo todo era muito amigo e unido, por diversas vezes foi necessário pedir que se reorganizassem e voltassem a ter foco na atividade. Foi combinado que na próxima semana iriam apresentar a embalagem para os colegas.

Na figura 15 são apresentadas imagens dos estudantes no momento da elaboração do projeto da embalagem.

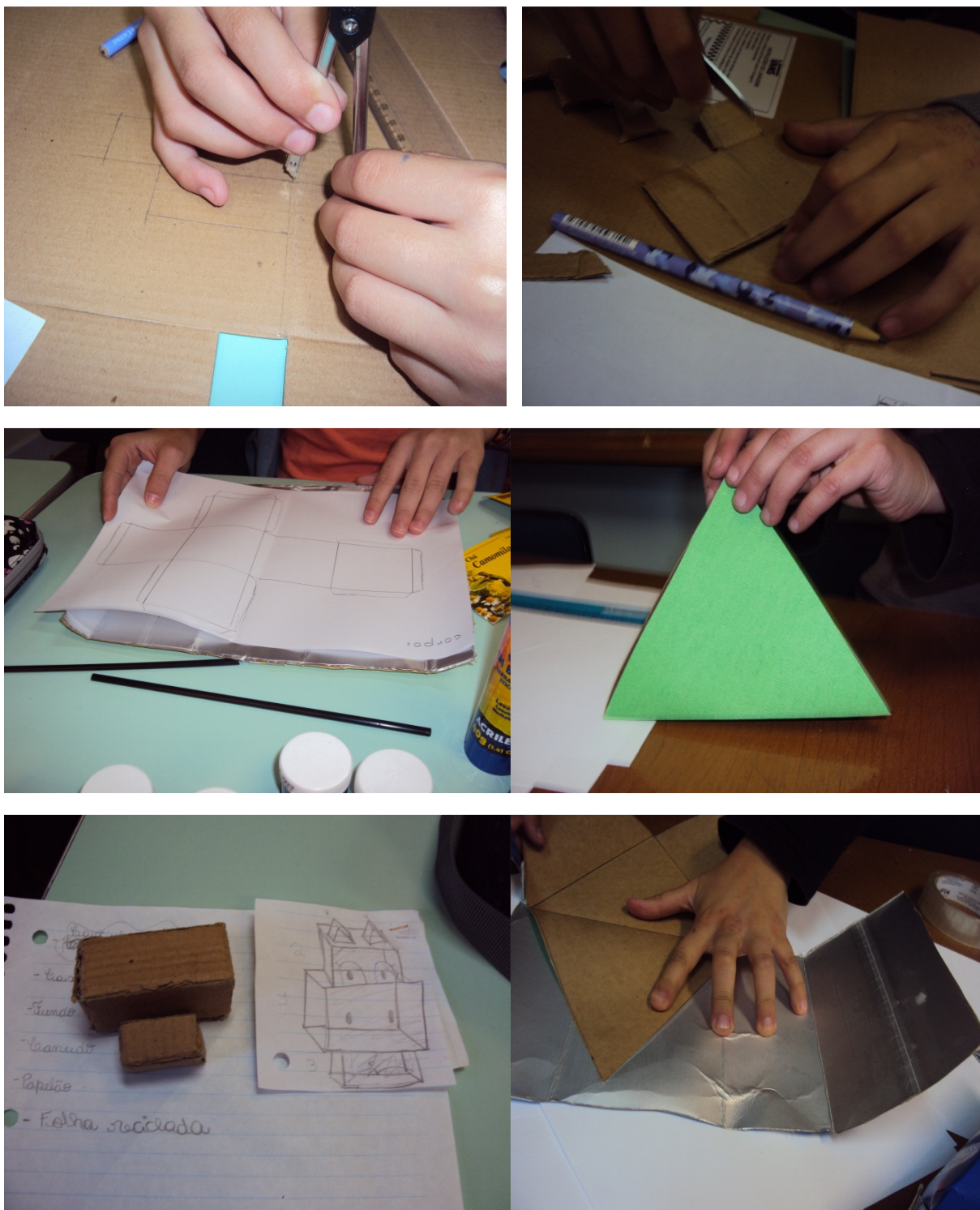
Figura 15 – Estudantes elaborando o projeto das suas embalagens



Fonte: Registrado pela autora.

Na figura 16 são apresentadas imagens dos estudantes produzindo a embalagem.

Figura 16 – Estudantes produzindo suas embalagens



Fonte: Registrado pela autora.

Na 8ª aula, foram explicadas quais seriam as etapas e como seria feita cada uma delas. O objetivo neste último encontro era que os estudantes apresentassem as embalagens, mas que também fosse possível fazer uma avaliação dos modelos elaborados. Para a avaliação foram elaboradas para serem respondidas individualmente em uma folha impressa, acontecendo da

seguinte forma: ao término de cada apresentação, escreveriam na questão número um, sugestões, comentários e observações sobre a embalagem vista; após todas as apresentações seriam respondidas as outras duas questões. Na questão de número dois, foi solicitado que escrevessem quais os conhecimentos usados na criação embalagem, conhecimentos matemáticos e não matemáticos. Na última questão, pediu-se que escrevessem se havia sido possível, a partir dos encontros, perceber os conhecimentos matemáticos existentes em uma embalagem.

Os três grupos estavam presentes e com a embalagem pronta, porém apenas o trabalho de um dos grupos estava próximo daquilo que havia sido solicitado e explicado.

O primeiro grupo, o que mais seguiu as instruções para a atividade, era formado por três estudantes e criou uma embalagem em formato de vaca para leite com chocolate, cujo nome foi “Vas Happnin”. Os estudantes citaram que o produto era reciclável e reutilizável, pois poderia embalar outros produtos após o uso do seu conteúdo. No portfólio colocaram o valor, explicando que era acessível para mais pessoas comprarem, explicaram que as caixas haviam sido feitas por especialistas e, sobre a forma de transporte, escreveram que seria feita por caminhão. Citaram a capacidade, a medida de área e o volume, além do material utilizado e as cores.

A apresentação foi simples e rápida, com a leitura das informações do portfólio, os estudantes pareciam tímidos e não foi uma apresentação agradável. Uma das estudantes que assistiu fez uma pergunta após a apresentação. Para responder, a integrante do grupo explicou tudo naturalmente e pareceu mais claro do que na apresentação, dessa forma os demais estudantes compreenderam melhor sobre o que se tratava. Abaixo estão os trechos com as perguntas dos colegas e as respostas da integrante do grupo. *Estudante₁ (assistindo a apresentação): - Vocês falaram que dá para embalar algum produto, tipo uma caixinha, como é ? Resposta do integrante do grupo: - É tipo uma caixinha de leite, tipo, ah, tipo de Nescau que pode ser reutilizável, então quando acabar de beber, por exemplo, pode cortar e fazer uma embalagem... Estudante₂ (que estava assistindo): - Contém glúten? Resposta do integrante do grupo: - Não, não contém glúten. Estudante₂: - É que minha mãe é alérgica à glúten.*

O segundo grupo, composto por quatro estudantes, criou uma embalagem de balas com formato de um pombo. A proposta inicial era de que o grupo fosse formado com quatro estudantes para a criação de duas embalagens, mas fizeram apenas uma, além de não terem criado o portfólio, justificando terem muitas atividades extra-escolares e fora dos encontros.

A apresentação foi boa, agradável, pois não houve leitura. Os estudantes falaram espontaneamente, conforme o que tinham pensando no momento de criar, porém não se percebeu informações relevantes, não citaram nenhum fato científico, não fizeram relação entre os conhecimentos, apenas falaram que a embalagem era reciclável.

Um ponto interessante foi no motivo da escolha do modelo. As componentes do grupo são fãs de um grupo de cantores americanos e um desses componentes tem um pombo de plástico. Devido a isso escolheram o modelo, além de terem dito que as crianças achariam interessante ter uma embalagem para balas naquele formato. Seguem alguns trechos da apresentação.

- *A gente teve ideia de fazer esta embalagem, tem a ver com uma banda que a gente adora...*
 - *É uma caixinha que dentro vai ter um tipo de bala... e no bico tem tipo um furinho, daí a gente imaginou que as pessoas que comprassem poderiam virar a embalagem e daí o pombo, vamos dizer “cuspia” a bala.*
 - *Ele é reciclável...*
 - *Pensamos que as crianças iriam gostar mais disso, do que de uma caixinha normal colorida.*
 - *Ela é criativa e eles poderiam usar depois para outra coisa.*
- Pesquisadora: - E por que um pombo?*
- *É que o integrante da banda tem um pombo, só que o pombo é de plástico...*

O terceiro e último grupo criou uma embalagem para leite, no formato de um tetraedro ou pirâmide (termo utilizado por eles). Os estudantes nomearam a embalagem como “Polinômio”, que foi escolhido por um dos integrantes da dupla. Ele leu um livro sobre matemática e viu o nome, achando interessante.

Houve informações relevantes, como o fato de terem pensado numa forma de facilitar o uso da caixa de leite no dia-a-dia das pessoas. Na embalagem criada por eles, a abertura seria na ponta da pirâmide. Explicaram que muitas pessoas, quando abrem uma caixa de leite no formato de um prisma, cortam as abas dos dois lados e derramam o leite quando vão servi-lo. Na embalagem criada por eles isso não aconteceria.

No portfólio, os estudantes escreveram sobre a escolha do formato, sobre as informações da caixa, como: data de validade, número de telefone para informações ao cliente, informações nutricionais. Destacaram que a companhia responsável pelo leite a CLMGD – Companhia do Leite Mais Gostoso do Mundo (nome inventado para a Companhia) não permitia a venda do leite sem esses três itens. Citaram o valor da venda feita por eles, mas disseram que os mercados vendiam por um preço maior. Escreveram sobre os materiais

utilizados, apontando que eram recicláveis e reutilizáveis. Seguem alguns trechos da apresentação desse grupo.

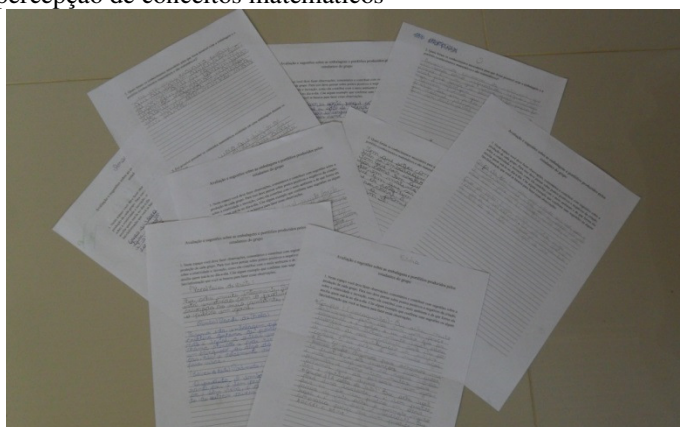
- *A gente fez uma caixa de leite em forma de pirâmide...*
- *De base triangular...*
- *E ela é boa na vida das pessoas, porque as pessoas que não são muito espertas quando vão abrir as caixas de leite normal, elas abrem dos dois lados e viram tudo, e essa aqui é só destacar em cima e virar, porque ela vem com pouca quantidade dentro, daí serve um copo cheio, grande.*
- *Ela é menos agressiva ao meio ambiente, porque nós usamos um material seco e reutilizável, o papelão...*
- *(Estudante₁ questiona) A que público é destinado a embalagem?*
- *(Estudante da dupla) É destinado a todas as idades, para crianças e para idosos, pois leite tem muito cálcio.*
- *(Estudante₁) Tem outra cor para caixinha de leite desnatado?*
- *(Estudante da dupla) Não, é só essa cor...*
- *(Estudante₁) Não tem desnatado, semidesnatado, integral?*
- *(Estudante da dupla) Ainda não, pois a nossa marca é nova no mercado, mas vai chegar outros tipos.*
- *(Estudante₂) Qual é a data de validade?*

Enquanto estavam respondendo as questões da folha de avaliação, os estudantes perguntaram sobre a finalidade das atividades que realizaram. Explicou-se que eram para um trabalho final do curso de Mestrado. Também perguntaram sobre as respostas que estavam escrevendo naquele questionário, se iriam ser usadas e diziam: - *Prô, você vai ler para eles as nossas respostas?* - *E se eu escrever abobrinhas?* Explicou-se

que elas seriam lidas para dar continuidade ao trabalho (figura 17).

Na figura 18, apresentam-se imagens dos portfólios e das embalagens produzidos pelos estudantes.

Figura 17 - Avaliação dos modelos das embalagens e percepção de conceitos matemáticos



Fonte:Elaborado pela autora.

Figura 18 – Portfólios e imagens das embalagens produzidas



Fonte: Elaborado pelos estudantes.

Nesta fase identificou-se como ponto positivo em todas as criações que, mesmo criando embalagens no formato de animais ou um modelo não usado para caixa de leite, os grupos tentaram fazer todas as partes da embalagem com formatos de sólidos geométricos. Um dos grupos teve a iniciativa de fazer um formato que não havia sido ensinado, pedindo ajuda para a professora quando começaram a planificação.

Sobre os modelos, foi perceptível que os estudantes escolheram formatos e pensaram em detalhes que agradassem e fossem benéficos ao consumidor. Havia no portfólio informações obtidas na primeira fase; quanto aos desenhos, utilizaram os conteúdos estudados nos modelos guia. Todos os itens que colocaram nas embalagens e nas planificações foram baseados em informações obrigatórias e utilizadas em embalagens existentes.

Parece ter ficado claro aos estudantes os conteúdos explicados e a proposta de criar uma embalagem usando geometria, pois os grupos desenharam seus modelos e a planificação deles, demonstrando a compreensão desses conhecimentos.

3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO

Neste capítulo apresentou-se a descrição das atividades realizadas com dois grupos de estudantes. Essas atividades foram elaboradas de acordo com as fases da modelação conforme Biembengut (2009): 1ª percepção e apreensão, 2ª compreensão e explicitação e 3ª significação e expressão, com o objetivo de analisar a alfabetização científica de estudantes de Ensino Fundamental e Ensino Médio por meio da Modelagem Matemática.

Descreveram-se, inicialmente, as atividades realizadas com quatro turmas de estudantes do 1º ano do Ensino Médio, durante o horário normal de aula. Em seguida foram descritas as atividades realizadas com um grupo de estudantes da 6ª série (7º ano) do Ensino Fundamental. Esse segundo grupo foi convidado e os encontros ocorreram em horário extraclasse. O tema escolhido e utilizado para a elaboração das atividades dos dois grupos foi “Embalagens”.

Foi possível identificar quais são as dificuldades de se aplicar um modelo em uma disciplina na qual é necessário cumprir currículo e horário, realizar avaliações, além de os estudantes considerarem a nota que receberiam pelas atividades que realizavam. No grupo convidado, por mais que a vontade dos participantes seja fundamental para que a pesquisa tenha um bom desenvolvimento, a realização das atividades é mais flexível, pois não se tem a exigência de seguir uma lista de conteúdos. No momento de sala de aula, foi preciso pensar nos conteúdos que estavam programados para o trimestre.

Após a aplicação da pesquisa, foi possível à autora perceber que o ato de ensinar os conteúdos matemáticos a partir de um tema, com um objetivo, foi muito mais prazeroso, tanto para a professora quanto para os estudantes. Durante a explicação dos conteúdos, eles passavam a fazer sentido, por terem utilidade. A cada aula havia uma nova etapa a ser cumprida, pois era mais um conhecimento que necessitava ser aprendido e ensinado para se resolver alguma questão em relação à embalagem.

Os estudantes perceberam, nos modelos que estavam projetando e criando, a relação existente com a matemática, porque os dois grupos utilizaram vários conhecimentos matemáticos, tanto geométricos quanto aritméticos, por exemplo, no desenho dos modelos, nas planificações, no cálculo da área, do volume e até na decisão do tamanho da embalagem.

Na sequência, apresentam-se, conforme as três fases da modelação descritas anteriormente, ocorrências de alfabetização científica e letramento científico durante as aulas e encontros.

GRUPO 1: Estudantes de quatro turmas da 1ª série do Ensino Médio.

1ª Percepção e Apreensão

Foi possível perceber que os estudantes, de certa forma, são críticos em relação aos produtos que consomem, pois, quando foi solicitado que imaginassem o que era preciso para criar uma embalagem, o que deveria constar nela para ser bem aceita no mercado, todos citavam itens que consideravam importantes antes de comprar o produto.

Sobre a relação que os estudantes fizeram acerca da matemática e as embalagens, percebeu-se que não conseguiam estabelecer outras relações, a não ser quanto ao formato, que lembrava formas geométricas, ou seja, não conseguiam aplicar, naquela situação, os conceitos matemáticos aprendidos na escola. Dessa forma, apresentaram sinais de que não estavam alfabetizados cientificamente.

2ª Compreensão e Explicação

Verificou-se que os estudantes possuíam alguns conhecimentos sobre o tema, por exemplo, que algumas embalagens precisam de materiais específicos, conforme o produto, a forma de transporte. Uma dificuldade sentida foi no momento em que era necessária a participação dos estudantes na busca de informações sobre as embalagens, sobre os materiais, enfim, quando eles precisavam agir para se inteirar do tema. A maioria não participava e não fazia as tarefas solicitadas; a consequência ficou clara na forma como apresentavam seus trabalhos.

Os estudantes deste grupo não conseguiam utilizar os conteúdos aprendidos na escola para realizar as atividades relacionadas à embalagem. Muitas vezes, sabiam os conceitos, porém não conseguiam aplicá-los. Além disso, vários estudantes queriam fazer tudo muito rápido, com pressa para entregar os trabalhos, e acabavam não seguindo as etapas, não se engajando realmente no projeto, no planejamento. Dessa forma, a professora precisava retomar a ideia e o objetivo de cada etapa da criação da embalagem.

3ª Significação e Expressão

Para avaliar as próprias embalagens, os estudantes foram questionados se a forma que haviam escolhido era a ideal, a de menor custo, a de melhor manuseio, para isso precisaram ser críticos. Para conseguir avaliar esses itens, precisaram ter conhecimento dos conceitos envolvidos nos questionamentos e saber aplicar os conceitos.

Após algumas discussões, os estudantes perceberam que, para a escolha do formato de uma embalagem, é preciso saber a quantidade de material, saber avaliar em qual formato cabe a maior quantidade de produto e pensar em como essa embalagem será manuseada e transportada. Novamente, eles apresentaram dificuldade em aplicar os conceitos matemáticos em determinadas situações. Mostravam conhecer os conceitos, porém, quando precisavam utilizá-los, não conseguiam.

Seguem as principais ocorrências em cada fase de modelação do grupo 1.

1ª Percepção e Apreensão: Os estudantes estabeleceram relações entre as embalagens e os conteúdos matemáticos somente daquilo que observaram. Para responder sobre o que achavam necessário saber para criar uma embalagem, foram críticos e não se basearam apenas em suas opiniões, mas em informações obrigatórias.

2ª Compreensão e Explicação: Os estudantes apresentaram dificuldades em aplicar os conceitos matemáticos e geométricos aprendidos, por mais que já tivessem estudado em séries anteriores. Mostraram bastante dificuldade em utilizar os instrumentos de desenho. Não refletiram criticamente para tomar as decisões no momento da escolha do material e da elaboração da planificação, não se basearam em fatos existentes, utilizaram apenas suas opiniões.

3ª Significação e Expressão: Atividade prática de verificação do modelo “ótimo” favoreceu aos estudantes a compreensão da relação entre os conceitos matemáticos e a aplicação deles em situações do dia a dia. Essa atividade promoveu momentos de reflexão, nos quais os estudantes puderam pensar criticamente e basear-se em conhecimentos comprovados para tomar decisões.

GRUPO 2: Estudantes voluntários da sexta série do Ensino Fundamental.

1ª Percepção e Apreensão

No grupo dois, assim como no grupo um, percebeu-se que os estudantes são bastante críticos sobre os produtos e as embalagens que estão no mercado, porém quando questionados sobre o que era necessário para criar uma embalagem, deram respostas que são visíveis, não conseguiram imaginar ou pensar no que está implícito na criação de uma embalagem.

Nessa fase, os questionamentos feitos aos estudantes sobre o conhecimento escolar tiveram o objetivo de verificar em quais aplicações do seu cotidiano os estudantes percebiam os conhecimentos escolares e se os achavam úteis, necessários, já que a alfabetização científica sugere que os conhecimentos aprendidos na escola sejam aproveitáveis na vida de

uma pessoa. Nesse grupo, o único reconhecimento da matemática nas embalagens foi em relação às formas geométricas, não pensaram e não perceberam outras formas de utilização da matemática na criação e na produção de uma embalagem.

Os estudantes foram questionados sobre como poderiam representar uma embalagem no portfólio e o que era necessário saber para fazer o desenho de uma embalagem. Com base nas respostas, foi possível notar que eles não identificavam nas embalagens outros conhecimentos da geometria, da matemática, por mais que já tivessem aprendido na escola. Nas suas respostas, sempre eram apresentados aspectos simples e visíveis. Ao serem questionados sobre o que precisavam saber para desenhar, diziam apenas medidas e conhecimento das formas. Esses estudantes conheciam determinados conceitos matemáticos, mas não conseguiam compreendê-los realmente, pois não os reconheciam quando solicitado.

2ª Compreensão e Explicitação

Nessa fase, foi notável a importância da fase 1 desse processo, pois os estudantes fizeram modelos-guia para que criassem as suas embalagens ou, ao menos, para que elaborassem ideias dos itens que nelas deveriam constar. A percepção e a interação com tema, a partir do momento em que buscaram informações sobre as embalagens, sobre os diversos itens que deveriam ser pensados antes e durante a criação de uma embalagem, foram importantes para a fase de criação e inovação. Verificou-se que, após a busca de informações, foi possível aos estudantes apreenderem os conceitos existentes, apresentando compreensão durante os encontros, ou seja, no desenvolvimento dos modelos-guia para as suas embalagens. Eles entenderam e compreenderam a existência de outros conceitos necessários para a confecção de uma embalagem.

3ª Significação e Expressão

Nos três trabalhos apresentados, percebeu-se a criatividade dos estudantes, além da sua opinião sobre as embalagens já existentes. Isso se confirma pelos formatos das embalagens, pois criaram modelos que gostariam de comprar, modelos que achavam que as crianças iriam preferir e que poderiam ser utilizados em outras oportunidades. Além disso, foi possível perceber em um dos trabalhos uma crítica em relação a um modelo já existente, encontrando uma alternativa para facilitar a vida das pessoas no dia a dia. Nessa última fase, notou-se a importância das duas fases anteriores, pois os estudantes conseguiram apresentar em suas

embalagens resultados das atividades realizadas, e conteúdos estudados, da fase um e da fase dois.

Seguem as principais ocorrências em cada fase de modelação do grupo 2.

1ª Percepção e Apreensão: Os estudantes perceberam os diversos itens necessários à criação de uma embalagem a partir da busca de informações sobre o tema. Foi possível, com esses momentos, perceber onde era utilizada a matemática que eles aprendem na escola.

2ª Compreensão e Explicitação: A primeira etapa foi importante para a segunda, pois os estudantes estavam inteirados do tema. Eles afirmavam que haviam percebido a matemática existente nas embalagens e que isso aconteceu a partir das atividades da etapa um. Os estudantes apresentavam momentos de agitação durante a planificação dos modelos-guia, por nunca terem realizado atividades daquela forma.

3ª Significação e Expressão: Os grupos criaram modelos de embalagens utilizando muitos formatos de sólidos geométricos. Na escolha do modelo, pensaram em um formato que agradasse e que facilitasse a utilização no dia a dia das pessoas. Os portfólios foram compostos por informações obrigatórias que obtiveram na primeira etapa. Nas planificações, utilizaram os conteúdos estudados durante a planificação dos modelos-guia.

A partir da descrição das atividades realizadas nas aulas e encontros com os dois grupos da pesquisa, as observações realizadas pela docente e autora da pesquisa e com os dados do mapa teórico, é possível fazer a análise da alfabetização e do letramento científico desses estudantes, que se apresenta no capítulo 4.

4 MAPA DE ANÁLISE

Neste mapa de análise foi feita a integração entre o mapa teórico e o mapa de campo, isto é, os dados empíricos advindos da Modelação no ensino de matemática da Educação Básica e dos conceitos e definições sobre Modelagem Matemática na Educação - Modelação e Alfabetização Científica.

Conforme Biembengut (2008, p. 118),

Para fazer a análise da pesquisa, precisamos de percepção acurada dos diversos entes envolvidos; e ainda, saber: identificar a estrutura e os traços dos entes pesquisados, julgar o que é relevante e o respectivo grau de relevância, conjugar os dados e organizar os dados de forma a delinear um mapa, satisfazendo assim as exigências da pesquisa. Isso vai requerer que se estabeleçam códigos ou signos que viabilizem a interpretação pelos leitores como se fosse uma simples prosa.

Neste capítulo, apresenta-se a análise deste estudo: identificar a alfabetização científica dos estudantes dos dois grupos participantes e compreender o desenvolvimento da alfabetização científica durante o processo de modelação matemática.

No PISA, utiliza-se uma escala para classificar o estudante quanto às competências científicas que ele mostra possuir durante o processo pedagógico, conforme Mapa 2, capítulo 1. Essa escala é composta por seis níveis e, em cada nível, apresenta-se o que, de forma geral, os estudantes conseguem fazer em relação aos conhecimentos científicos. Quanto maior o nível, mais competências os estudantes mostram em relação ao que lhes é ensinado. As categorias de análise desta pesquisa foram estabelecidas a partir de uma adaptação da escala do PISA, com base em 6 níveis, para identificar qual nível os estudantes, participantes voluntários desta pesquisa, alcançaram em relação às competências científicas após a Modelação no ensino de Geometria. As categorias selecionadas apresentam-se no Mapa 11, a seguir.

Mapa 11 – Categorias de análise

O QUE O ESTUDANTE FAZ DE MODO GERAL EM CADA NÍVEL	
NÍVEIS	CATEGORIAS DE ANÁLISE
6	Utiliza o conhecimento científico para tomar decisões baseadas na relação de diferentes fontes de informação.
5	Reflete criticamente sobre as situações e utiliza evidências baseadas em sua análise crítica.
4	Usa conhecimento e evidências científicas para refletir e comunicar decisões.
3	Seleciona fatos e conhecimentos para aplicar modelos e estratégias simples de

	pesquisa; baseia-se em conhecimento científico para tomar decisões.
2	Fornecer explicações científicas em contextos familiares; tirar conclusões com base em questões simples.
1	Apresentar explicações científicas óbvias; tirar conclusões de evidências apresentadas.

Fonte: Adaptado PISA (2011).

Este capítulo divide-se em dois itens: 4.1 *Análise das aplicações de Modelação com o tema Embalagens* e 4.2 *Conclusão e recomendações*.

4.1 ANÁLISE DAS APLICAÇÕES DE MODELAÇÃO COM O TEMA EMBALAGENS

A análise é realizada com base nos relatos das aulas com os estudantes dos dois grupos que participaram da pesquisa e nas atividades realizadas com os dois grupos. Todos os participantes são estudantes de uma escola particular de uma cidade do interior do Rio Grande do Sul.

Conforme o capítulo 3, seção 3.1, no grupo um – G1 –, participaram da pesquisa quatro turmas da 1ª ano do Ensino Médio, denominadas como 1ª A, 1ª B, 1ª C e 1ª D, totalizando 122 estudantes. O tempo semanal de aula para essa série era de 31 períodos, organizados em cinco manhãs e duas tardes. Tal aplicação se desenvolveu em 24 aulas, sendo utilizado o período semanal da disciplina de Desenho Geométrico, que é de 50 minutos, sempre com aulas no turno da tarde, totalizando 24 horas/aula. A docente é a autora desta pesquisa.

No grupo dois – G2 –, conforme capítulo 3, seção 3.2, foram convidados a participar da pesquisa 15 estudantes, sendo 10 meninas e 5 meninos, do 7º ano do Ensino Fundamental. Como os encontros ocorreram no turno inverso ao da aula, alguns desistiram por terem outros compromissos. Assim, as atividades foram concluídas com 9 estudantes, sendo 6 meninas e 3 três meninos. A carga horária semanal para esse ano é de 25 períodos no turno da manhã. Para a realização da pesquisa, foram utilizados dois períodos semanais, cada um de 50 minutos, sempre no turno da tarde, totalizando 16 horas/aula. A docente da disciplina de Matemática dos alunos é autora desta dissertação.

Esses estudantes participaram da aplicação de Modelação com o tema *Embalagens*, na qual deveriam criar uma embalagem e um portfólio sobre ela. Para realizar a aplicação, eles se dividiram em duplas ou trios. A aplicação de Modelação realizou-se seguindo as três fases de modelação, propostas por Biembengut (2009): *percepção e apreensão, compreensão e*

explicação e representação e expressão. Passa-se a análise, que se apresenta com base nas categorias anteriormente descritas e nas três fases de Modelação.

GRUPO 1:

1ª FASE - PERCEPÇÃO E APREENSÃO

Nesta fase a professora, autora da pesquisa, objetivou levar os estudantes a perceber o tema *Embalagens* e apreender o maior número possível de informações sobre as embalagens. Para isso, foram realizadas algumas atividades, tais como a leitura de um texto informativo sobre embalagens e a busca de informações em outros espaços por parte dos estudantes. Além disso, quando informados sobre a criação de uma embalagem, foram sempre questionados sobre como e o que seria preciso para a criação.

O questionamento feito inicialmente aos estudantes foi: “O que seria necessário ter em uma embalagem para vendê-la?”. Para responder a essa questão, foi preciso que tivessem conhecimento sobre o tema *Embalagens* e, também, que fossem críticos em relação às que utilizam em seu cotidiano. Os estudantes responderam que era importante pensar na *estética, cores, formatos*. Essas respostas caracterizam uma avaliação e, de certa forma, mostram como avaliam as embalagens que compram.

Quando foi questionado sobre a relação que percebiam entre as embalagens, a matemática e a disciplina de Desenho Geométrico, notou-se que a maioria dos estudantes não relacionava o tema com a Matemática, identificaram apenas as formas geométricas que formavam as embalagens e não conseguiam apontar outros conhecimentos matemáticos necessários à criação e produção delas.

As respostas dos estudantes foram baseadas apenas naquilo que percebiam nas embalagens, não foi realizado nenhum tipo de estudo ou levantamento de dados. Eles não conseguiram perceber informações não visíveis, nem a matemática existente na construção de uma embalagem. As respostas estavam conforme aquilo que lhes foi apresentado, quando manuseavam as embalagens, apresentando um conhecimento limitado sobre os temas questionados.

Uma razão de identificar somente as formas geométricas, e não outros tópicos matemáticos que fazem parte do programa do Ensino Fundamental, era por que os estudantes não estavam acostumados com aulas de matemática sobre esta proposta. Assim, identificou-se, nas respostas aos dois primeiros questionamentos, a categoria de análise do nível 1, isto é,

são capazes de apresentar explicações científicas óbvias e tirar conclusões de evidências explicitamente apresentadas. Esses estudantes estão classificados no *nível 1* de alfabetização científica, porque são estudantes do Ensino Médio.

Nessa fase, ainda foram questionados sobre o que precisariam saber para criar uma embalagem. As respostas foram interessantes, em todas as turmas mostraram saber sobre os elementos que compõem uma embalagem – elementos estes não relacionados pelos alunos à matemática – e também ter conhecimento do processo de produção e distribuição de uma embalagem. No entanto, parecia que eles não tinham noção de como aquilo era feito e nem o porquê. As respostas dos estudantes a essa questão foram as seguintes: *precisamos saber qual é o produto, o público-alvo, o material, as medidas, tem que se pensar na higiene, o formato, forma de transporte, ter informações sobre o produto, deve ser resistente, o tamanho e cores.*

No terceiro questionamento, isto é, o que precisariam saber para criar uma embalagem, percebeu-se que as respostas dadas pelos estudantes foram além daquilo que estavam vendo ao manusear as embalagens. Verificou-se a categoria de análise do nível 2, ou seja, *são capazes de fornecer explicações científicas em contextos familiares e tirar conclusões baseadas em questões simples.* As respostas da maioria dos estudantes – pois quase todos os estudantes das turmas participaram – a esse questionamento mostraram que eles realizaram reflexões, pois responderam itens que, aparentemente, não são visíveis no resultado final da criação de uma embalagem, por exemplo, a forma de transporte, as medidas, resistência, classificando-os no *nível 2* de alfabetização científica.

O PISA (2011) define letramento científico como um conjunto de três aspectos: a compreensão de conceitos científicos por parte dos estudantes; a capacidade de aplicação desses conceitos científicos; pensamento sob uma perspectiva científica. Nessa fase, percepção e apreensão, o grupo inicialmente classificado no nível 1 passa para o nível 2, ou seja, houve um avanço dos estudantes e isso pôde ser identificado ao se efetuar a comparação entre as respostas dos três questionamentos, pois os estudantes souberam citar quais as informações necessárias para a criação de uma embalagem, contudo, não conseguiram aplicar os conhecimentos aprendidos na escola para fazê-la. Entenderam, também, que, para criar uma embalagem, é preciso conhecer as medidas, mas ao serem questionados sobre a relação das embalagens com a matemática, não conseguiram estabelecer essa relação.

2ª FASE - COMPREENSÃO E EXPLICAÇÃO

Na nona aula, solicitou-se aos estudantes que dissessem uns aos outros sobre o porquê do material escolhido para a confecção da embalagem, antes da produção. Uma das duplas decidiu que faria sua embalagem de plástico. Nessa apresentação, relataram a existência e informações sobre um plástico não derivado do petróleo que demora menos para se decompor. Essa dupla, além de escolher o material, também buscou informações sobre ele, mostrando interesse e, ao mesmo tempo, pensando nas questões ambientais, o que não aconteceu com a maioria dos estudantes. Grande parte deles pode não ter feito completamente a tarefa por não estar acostumada com esse tipo de atividade, ou seja, a busca de informações para suprir dúvidas e a ação de relacionar essas novas informações com as já conhecidas.

Conforme os dizeres dos estudantes, notou-se que eles sabiam que deveriam escolher um material, que determinados tipos de embalagens possuem materiais específicos, mas não buscavam informações sobre o que haviam escolhido para as suas embalagens, como se aquele material suportaria o peso do produto e o tempo de transporte. Ao saberem que precisariam buscar dados sobre o material da embalagem, muitos se mostraram desinteressados.

Uma razão para isso encontra-se na “estrutura” escolar, em que o estudante “aprende” que escola é “cumprir” obrigações listadas em livros ou pelos professores e, então, memorizá-las a fim de responder alguma espécie de “avaliação” para obter um grau – nota que lhe aprova para o ano seguinte. Um tipo de conhecimento que é esquecido em pouco tempo por não fazer sentido para os estudantes. Raramente, eles aprendem a pesquisar (não no sentido de levantar dados). Não aprendem porque os professores também não sabem. De acordo com Blum (2007), para existir uma aprendizagem eficaz na disciplina de matemática, é preciso ensinar aos estudantes conceitos matemáticos e, ao mesmo tempo, ensinar-lhes a ter a competência necessária para saber usar o conhecimento aprendido em situações que pertencem ao contexto matemático e as que estão em outros contextos.

Esse desinteresse acabou gerando um nível baixo de conhecimento sobre o tema, além de um limitado grau de argumentação para explicar os conceitos e informações necessárias à criação de suas embalagens, pois os estudantes não apresentaram explicações sobre o material utilizado, mas apenas diziam aquilo que conheciam e supunham ser verdade.

Na décima segunda aula, os estudantes foram questionados sobre o tamanho da embalagem e as suas medidas, porque já haviam sido solicitadas duas planificações das embalagens em que deveriam constar as medidas, e muitos colocaram qualquer medida. Após avaliação dessa atividade e ao observar as atitudes dos grupos em sala de aula, observou-se que a maioria, para decidir o tamanho da embalagem, não compreendeu a quantidade do

produto que caberia nela e não percebeu que, para realizar a atividade, era preciso saber aplicar os conceitos sobre unidades de medida, volume e capacidade. Tal atitude dos estudantes não é coerente com as respostas ao questionamento: **o que precisariam saber para criar uma embalagem** (descrito na fase 1), pois a essa questão responderam que precisavam saber as medidas e o tamanho para criar uma embalagem.

Na sequência, os estudantes foram questionados se o custo da embalagem incidia no valor final do produto. Essa pergunta gerou algumas conversas e alguns exemplos por parte deles, concluindo-se que o ideal é gastar menos material possível. Também foram questionados sobre qual seria a maneira de saber a quantidade de material gasto na confecção de uma embalagem, e a maioria não soube responder. Novamente, eles não conseguiram aplicar os conhecimentos científicos para resolver a questão.

Para Chassot (2003), uma das ações necessárias para que ocorra alfabetização científica é que a pessoa aprenda os conhecimentos científicos, mas não fique limitada a isso, a conhecê-los. É necessário que saiba como e onde utilizar esses conhecimentos.

Ao serem questionados sobre o tamanho da embalagem, não conseguiram aplicar os conhecimentos sobre medidas, pois na planificação colocaram qualquer medida, não conseguiram defini-lo como um item importante para montar a embalagem.

Baseados em uma rápida reflexão, os estudantes conseguiram chegar à conclusão de que a quantidade de material incide no valor da embalagem, aumentando o custo do produto, porém a forma de aplicação dos conceitos matemáticos foi limitada e não conseguiram perceber a relação entre os conceitos de medida área com o cálculo para saber a quantidade de material gasto em uma embalagem.

Nessa fase, os estudantes do grupo 1 classificam-se nos níveis 2 e 3. Aproximadamente 90% dos estudantes permaneceram no nível 2, e cerca de 10% avançaram para o nível 3. Eles são capazes de identificar questões relevantes nas embalagens, de refletir, de serem críticos, chegam a conclusões importantes, porém, quando precisam utilizar conceitos matemáticos e científicos para justificar suas respostas, não conseguem.

Verifica-se que 10% dos estudantes conseguiram avançar, após as atividades desta etapa para um nível superior. Conforme Sasseron (2012), a alfabetização deve favorecer qualquer pessoa a organização do pensamento de forma lógica e, ainda, contribuir para o desenvolvimento de um pensamento crítico e participativo sobre o mundo ao seu redor.

3ª FASE - SIGNIFICAÇÃO E EXPRESSÃO

Na vigésima aula, foi proposta aos estudantes a criação do portfólio da embalagem. Nessa atividade solicitou-se que imaginassem a venda de sua embalagem a uma fábrica que a utilizaria para embalar seu produto. Essa empresa fazia algumas exigências, por exemplo, o material deveria ser reciclável, buscavam algo criativo, novo no mercado e de baixo custo.

A criação do portfólio da embalagem oportunizou uma nova reflexão dos estudantes sobre diversos itens estudados durante a produção da embalagem, pois precisaram identificar a aplicação dos conceitos, que é uma consequência da forma como os compreenderam, uma forma de serem críticos sobre a sua criação e analisarem quais as consequências dela no meio em que vivem.

Quando entregaram o portfólio e as embalagens, a autora da pesquisa notou que a maioria dos trabalhos foi criativa, porém a minoria seguiu exatamente aquilo que havia sido solicitado. Os modelos foram para diversos produtos e alguns estudantes fizeram vídeos para apresentar os portfólios.

Na vigésima primeira aula, o último item trabalhado foi sobre a forma ideal para uma embalagem; os estudantes foram questionados da seguinte forma: *Será que a forma escolhida para a embalagem é a ideal? É a de menor custo? De melhor manuseio? Como se pode saber qual é a forma ideal para uma embalagem?* Os estudantes não sabiam responder.

Após uma experiência prática, foi possível explicar a eles que, para obter as respostas dessas questões, era preciso fazer o cálculo de área, volume e capacidade. Eles puderam compreender que, dependendo do produto, nem sempre a embalagem ideal é a mais barata e concluíram que a forma de transporte e de manuseio deveria ser levada em consideração no momento da escolha.

Conforme Lorenzetti e Delizoicov (2001), na escola os estudantes não são ensinados a estabelecer relações críticas entre os conteúdos ensinados e os assuntos de suas vidas. Afirma que os professores devem ensinar os estudantes de forma que entendam e apliquem os conceitos científicos em situações do cotidiano, tornando-se uma pessoa cientificamente alfabetizada.

Nesse último questionamento, só foi possível aos estudantes obter as conclusões quando as evidências foram explicitamente apresentadas. Os conceitos sobre área e volume já haviam sido aprendidos na série anterior; por isso, pode-se concluir que não conseguiram aplicar tais conceitos nessa atividade para chegar à conclusão solicitada, apresentando um limitado conhecimento científico.

Os estudantes do Ensino Médio, no início, se mostraram desinteressados, mas ao seguir o processo da modelação, nesta fase que requeria a (re)criação de uma embalagem,

adotaram outra postura. Isso evidencia a propriedade da modelação no instigar o senso criativo dos estudantes. Na medida em que são orientados a realizar seus próprios trabalhos, e que os trabalhos proporcionam o reconhecimento pelo que realizam, o estado motivacional muda. Os estudantes apresentaram avanços, embora considerando o tempo deles no ensino regular, tinha-se a expectativa de que avançassem mais.

Identifica-se, na terceira fase, que aproximadamente 90% dos estudantes desse grupo, após a realização de todas as atividades da modelação e a apresentação do portfólio e do modelo da embalagem, avançaram para o nível 3. Percebeu-se na apresentação da embalagem/portfólio que estabeleceram pequenas relações entre as informações coletadas na primeira fase e os conteúdos aprendidos na segunda. Também se verificou, nos portfólios e modelos de embalagens, que aproximadamente 10% desses estudantes avançaram para o nível 4, isto é, apresentaram progresso após o processo de modelação.

GRUPO 2:

1ª FASE - PERCEPÇÃO E APREENSÃO

No grupo dois, a pergunta inicial foi se alguma vez já haviam pensado em criar uma embalagem. A resposta de quase todos foi não, apenas uma estudante disse que sim e a fala dela chama atenção: *sempre quando eu via algum produto no mercado eu pensava como podia fazer uma embalagem diferente pra aquele produto*. Verifica-se, nesses dizeres, que a estudante considerava uma perspectiva de inovação e criação, transmitindo uma inquietação sobre aquilo que era apresentado, mostrando a vontade de aplicar seus conhecimentos para produzir algo novo.

Ao serem indagados se acreditavam que as pessoas compravam determinados produtos pela embalagem, todos disseram que sim e citaram alguns exemplos, como: *é como aquele bolo recheado da empresa X, na foto da embalagem, parece ter um monte de recheio, mas quando vai comer é muito diferente; é como aquele achocolatado novo, da marca Y, é como os outros, os outros até são melhores, mas olhando a gente lembra do chocolate e dá vontade de comprar*.

Identificou-se, nas respostas anteriores, a categoria de análise do nível 2, isto é, *são capazes de fornecer explicações científicas em contextos familiares e tirar conclusões baseadas em questões simples*. Nas respostas de todos os estudantes do grupo, verifica-se que eles conseguiram refletir que a marca de um produto, por meio da embalagem, muitas vezes,

consegue induzir o consumidor à compra. Essas colocações não estão explícitas nas embalagens; foi preciso que se baseassem em observações e investigações simples, classificando esses estudantes no *nível 2*.

Assim como o grupo 1, este também foi questionado sobre o que seria necessário saber para criar uma embalagem. As respostas foram as seguintes: *nome do produto; ingredientes; cor; calorias; quantidade do produto; preciso conhecer muito bem o produto que vou criar a embalagem; aquilo que é obrigatório...., ah, o código de barras; preciso saber o tamanho do produto que vai dentro da embalagem.; tem que ter uma frase na embalagem que chame atenção de quem vai comprar; tem que ter um número para o cliente fazer reclamações...; data de validade.; teria que ter tipo uma bula, com, por exemplo, explicando se pode causar reação.*

Conforme Chassot (2003), a importância de os estudantes terem uma alfabetização científica desde os primeiros anos escolares está na facilidade quando da tomada de decisões perante situações importantes. Essas situações não ocorrem somente quando eles se tornam adultos ou quando saem da escola, elas acontecem sempre, desde que entram na escola.

Nessas respostas, apresenta-se a categoria de análise do nível 2, isto é, *são capazes de fornecer explicações científicas em contextos familiares e tirar conclusões baseadas em questões simples*. Observou-se que esses estudantes conseguiram avaliar e saber o que é importante e necessário conter numa embalagem. Verificou-se que eles são críticos sobre as embalagens, sua utilização, o que consta nelas e o que vem dentro delas, principalmente sobre os modelos. Além disso, apresentaram conclusões com base em análises e investigações simples. Os estudantes, a partir desses argumentos, estão classificados no *nível 2*.

O grupo foi questionado sobre o uso da matemática em seu dia a dia. Os estudantes responderam que utilizam a matemática nas seguintes situações: *para contar dinheiro; no número do celular; medir altura, peso; para fazer contagem de produtos, abastecer o carro.*

Em relação ao conhecimento matemático e às embalagens, os estudantes só perceberam a matemática nas embalagens quando lhes era mostrada. A maioria fez o reconhecimento das formas geométricas e dos sólidos geométricos por já ter aprendido nas séries anteriores.

Nas respostas dos estudantes em relação ao uso da matemática no dia a dia e à percepção dela nas embalagens, verifica-se a categoria de análise do nível 1, ou seja, *são capazes de apresentar explicações científicas óbvias e tirar conclusões de evidências explicitamente apresentadas*. A forma como os estudantes percebem os conceitos científicos apresenta-se de maneira limitada, classificando-os no *nível 1* de alfabetização científica.

Um fator importante e que merece ser destacado no questionamento anterior é que os estudantes não falaram sobre os conhecimentos escolares. Mesmo quando questionados se utilizavam em suas vidas os conteúdos aprendidos na escola, muitos ficaram calados. Em nenhum momento citaram algum fato em que notassem a utilidade dos conhecimentos matemáticos que se fazem presentes nos programas curriculares do Ensino Fundamental. Eles não souberam relacionar esses conteúdos com o que é utilizado no dia a dia.

Esse grupo, nessa fase, passou do nível 1 para o nível 3. Os estudantes conseguem identificar os itens importantes e necessários à criação da embalagem e são críticos em relação a eles. Quando questionados sobre a relação da matemática existente nessas embalagens, demonstraram conhecer os conceitos, porém não conseguiram identificá-los, não reconheceram a aplicação.

De acordo com os PCNs (1998), os estudantes ao final da Educação Básica deveriam ter competências e habilidades em relação ao conhecimento científico, por exemplo, serem capazes de utilizar conhecimentos científicos para analisar questões sociais e compreender o papel da ciência e da tecnologia sobre a sociedade e a influência da sociedade sobre a tecnologia. Porém, isso não se verifica quando são observados os resultados de avaliações realizadas pelos estudantes. Uma justificativa possível para isso, pode ser o fato de os estudantes não serem estimulados e motivados a questionar e reconstruir as respostas obtidas.

Conforme Meyer (2011), na Modelagem, ao invés de se propor um questionamento ao estudante, no qual ele usará a matemática para encontrar a resposta correta, propõe-se que o próprio estudante questione a si e aos outros. Dessa forma, ele aprende a usar os conceitos matemáticos para compreender a situação levantada e, além disso, promove em sala o compartilhamento de conhecimentos já produzidos, capazes de responder a outras questões.

2ª FASE - COMPREENSÃO E EXPLICAÇÃO

No quarto encontro, após receberem explicações sobre retas e como deveriam usar os instrumentos de desenho, além de orientações sobre os conhecimentos de geometria necessários para criar o desenho de uma embalagem, os estudantes foram questionados sobre suas percepções quanto à matemática existente e necessária em uma embalagem. As respostas foram as seguintes: *não tinha parado para pensar que tinha essa matemática; os encontros ajudaram na disciplina de Artes; acho que isso vai ajudar bastante na criação da nossa embalagem, pois eu olhava e achava que era só desenhar.*

De acordo com Biembengut (2004), a modelagem matemática na Educação favorece que o ensino de matemática se torne algo importante e significativo para os estudantes, pois faz emergir a vontade de aprender aquilo que ainda não sabem para que tenham curiosidade de saber mais e isso pode ocorrer por meio da pesquisa, intrínseca à modelagem.

Nesse mesmo encontro, após essa conversa, os estudantes foram questionados sobre o que achavam importante constar nas suas embalagens e pensaram no momento da criação, tendo como base um modelo-guia. Todos queriam contribuir e deram algumas sugestões, como: *usar menos vidro; agradar o consumidor; indicar o local para abrir; chamar a atenção; cor; formato; forma para lacrar o produto; seguir padrões nutricionais; informações; indicar como usar o produto; resistência; cuidados na fabricação.*

Identifica-se, na argumentação dos estudantes, conhecimentos científicos razoáveis ao explicar suas conclusões sobre a questão feita. Eles conseguiram elaborar suas respostas baseados em investigações simples, além de a criticidade desses estudantes contribuir para suas reflexões, pois suas respostas vinham acompanhadas da crítica em relação à embalagem dos produtos que utilizam.

É perceptível que o conhecimento matemático e científico não era percebido pelos estudantes nas embalagens antes da fase 1 e, após as atividades dessa fase, conseguiram perceber as relações entre os conceitos matemáticos e as embalagens. Além disso, somente após a busca das informações sobre embalagens, foi possível o reconhecimento de quais são os passos necessários à criação de uma embalagem e como ela deve ser planejada.

Os estudantes do grupo 2, nessa segunda fase, avançaram para o nível 4. Eles apresentaram progresso quando questionados sobre a matemática existente e necessária para a criação das embalagens. Conseguiram identificar essa relação após a fase 1, na qual estavam classificados no nível 1 quando questionados sobre isso.

3ª FASE - SIGNIFICAÇÃO E EXPRESSÃO

No sexto encontro foi apresentada aos estudantes a atividade final para os três últimos encontros. Deveriam criar uma embalagem e um portfólio dela. Foi solicitado que criassem algo novo, inovador, que a forma da embalagem facilitasse a vida das pessoas, fosse prática e que preservasse o meio ambiente. Foi feito o seguinte questionamento: *Como vocês, a partir dos modelos-guia, irão criar os seus próprios modelos de embalagens?*

Nesse encontro e no sétimo, os estudantes foram orientados enquanto criavam suas embalagens. A primeira orientação foi que, antes de produzi-la, deveriam buscar informações

sobre o produto para o qual ela seria utilizada, o formato, o tamanho e também sobre o transporte. Sentia-se o empenho dos grupos ao circular entre eles e o entusiasmo na fala deles ao contar sobre o modelo que haviam escolhido.

No oitavo encontro, foram realizadas as apresentações das embalagens e o portfólio apenas foi entregue (um dos grupos não fez), além de ter sido proposta uma avaliação. Essa avaliação foi realizada após cada apresentação e nela os estudantes responderam a uma questão, avaliando a embalagem apresentada. Ao final, deram respostas a duas questões pessoais. Numa dessas questões, escreveram quais conhecimentos matemáticos e não matemáticos utilizaram para criar a embalagem e, na outra, se havia sido possível, após esses encontros, perceber os conceitos matemáticos existentes em uma embalagem.

O primeiro grupo, composto por três estudantes, criou uma embalagem para leite com chocolate, no formato de uma vaca. Foi o grupo que mais seguiu as instruções solicitadas. Os estudantes afirmaram que a embalagem era reciclável, que poderia ser reutilizável, deram um preço a ela e disseram que o transporte seria por caminhão. Além disso, escreveram sobre capacidade, área e volume.

Identifica-se, na apresentação dos estudantes desse primeiro grupo, a categoria de análise do nível 5. Percebeu-se que a forma como aplicaram os conhecimentos científicos foi razoável e que utilizaram bons argumentos ao explicar sobre a criação da embalagem e sobre como seria reutilizada. Utilizaram os conhecimentos científicos anteriores e os aprendidos nos encontros para tomar decisões sobre os itens necessários à embalagem. Esse grupo classifica-se no *nível 5*.

O segundo grupo criou uma embalagem para balas em formato de um pombo. Esse grupo formado por quatro estudantes, na proposta inicial do trabalho, faria duas embalagens, porém para o dia da apresentação criaram apenas uma e não fizeram o portfólio. Sobre a embalagem, não apresentaram a utilização de conceitos aprendidos, apenas disseram que a embalagem era reciclável e que escolheram aquele modelo, pois as crianças iriam gostar.

Identifica-se, na apresentação do segundo grupo, a categoria de análise do nível 4, ou seja, esse grupo manteve-se no nível de classificação da fase anterior. Apresentou um limitado conhecimento científico, pois os estudantes apresentaram explicações óbvias. A aplicação dos conceitos aprendidos também foi limitada. Não apresentaram argumentos relevantes baseados na busca e na relação de informações. Além disso, o grupo demonstrou falta de interesse na produção da embalagem e, aparentemente, não levou o trabalho a sério. Esse grupo classifica-se no nível 4 da escala.

O terceiro e último grupo, composto por dois estudantes, criou uma embalagem para leite. O formato escolhido foi uma pirâmide e; conforme os estudantes, esse formato facilitaria o uso da caixa do dia a dia das pessoas. Propuseram em agradar o consumidor, pensando na praticidade da embalagem.

No portfólio apresentaram a data de validade, um número de telefone para o consumidor e as informações nutricionais. Estabeleceram o preço de venda da embalagem e destacaram que os mercados a venderiam por um preço mais alto. Criaram um nome para a companhia responsável pelo leite, a CLMGD – Companhia do Leite Mais Gostoso do Mundo – e disseram que ela não permitia a venda do leite sem data de validade, telefone para o consumidor e informações nutricionais.

Observou-se, na apresentação do grupo 3, a categoria de análise do nível 5, isto é, *são capazes de refletir criticamente sobre as situações; utilizam evidências e argumentos baseados em sua análise crítica para construir explicações*. Percebeu-se nesse grupo um bom nível de argumentação na explicação sobre a embalagem criada. Os estudantes conseguiram estabelecer relações e aplicar os conhecimentos científicos aprendidos. Com base em conhecimento e evidências científicas, apresentaram informações relevantes e importantes sobre a embalagem. Esse grupo está no *nível 5* da escala.

Biembengut (2009, p. 33) aponta que “a modelagem na sala de aula pode instigar o interesse dos estudantes em conhecer e compreender o mundo em que habitam na medida em que o professor desenvolve temas atuais e maneja os elementos formais requeridos de forma a tornar familiar, compreensível.”.

A atividade de criação do modelo da embalagem proporcionou aos estudantes um momento de posicionamento e criticidade, pois precisaram pensar em algo melhor daquilo que já existe, ou seja, precisaram avaliar as embalagens criadas para o produto escolhido. Além disso, foi possível saber quais os conhecimentos científicos que foram construídos a partir da criação, pois precisaram pensar de que forma essa embalagem iria favorecer o meio ambiente, o que seria preciso constar nela e por que era necessário haver determinados dados para alguns produtos, enfim, conhecimentos do seu cotidiano.

Na avaliação solicitada aos estudantes, a terceira pergunta foi a seguinte: *Foi possível perceber os conteúdos matemáticos existentes em uma embalagem durante os encontros? A maioria escreveu que não imaginava que fossem necessários os conceitos matemáticos para fazer uma embalagem, citando o conhecimento das medidas necessário para fazer a planificação e escreveram o seguinte: Tem que saber bem as medidas para que dê certo, para que feche bem.*

A partir das respostas dos estudantes, percebeu-se que a explicação e compreensão dos conceitos matemáticos e a busca de informações favoreceram uma produção melhor da embalagem. Na relação que fazem entre a matemática e a criação da embalagem, verificou-se que conseguiram perceber a necessidade de definir corretamente as medidas para que o desenho da planificação da embalagem ficasse certo.

Na terceira fase, os estudantes foram novamente questionados – na avaliação final – se havia sido possível perceber, após os encontros, os conteúdos matemáticos existentes em uma embalagem. Eles apontaram a importância das medidas na planificação, para montar a embalagem. Isso mostra que a terceira fase contribuiu para o reconhecimento de outros conteúdos matemáticos necessários à criação de uma embalagem.

Ao final da análise dos dois grupos identifica-se um avanço de todos os estudantes. Mesmo que na terceira fase da modelação alguns estudantes tenham permanecido em níveis iguais aos que haviam sido classificados nas fases anteriores, mostraram avanço da primeira fase para a terceira fase. Para esse progresso, foi preciso a participação deles em todas as atividades do método, desde o momento em que precisaram buscar informações sobre o tema, até a fase final, em que uniram todos os conceitos e as informações conhecidas e analisadas, no portfólio e no modelo da embalagem (re)criada. 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.” (MEYER, 2011, p. 58).

4.2 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Esta pesquisa teve como objetivo analisar a alfabetização científica de um grupo de estudantes voluntários do 7º ano do Ensino Fundamental em horário extraclasses e de quatro turmas de estudantes do 1º ano do Ensino Médio na disciplina de Desenho Geométrico - a docente dessas turmas é a autora desta pesquisa - de uma escola particular, localizada no interior do estado do RS por meio da Modelagem Matemática.

Iniciou-se a pesquisa por uma inquietação em saber de que forma era possível ensinar os conteúdos curriculares aos estudantes de uma forma que conseguissem perceber a sua aplicação no dia a dia. Para isso, a partir da busca dos resultados das avaliações do PISA realizadas por estudantes nos anos anteriores, constatou-se que eles realmente não estão conseguindo relacionar e aplicar os conhecimentos aprendidos na escola com situações vivenciadas fora dela. Assim, buscou-se ensinar os conteúdos escolares para turmas de Ensino

Médio e para um grupo voluntário do Ensino Fundamental, a partir do método Modelação Matemática.

Optou-se pela escolha de um único tema – Embalagens – para a aplicação do método modelação, que foi escolhido pela própria autora e não pelo grupo de estudantes participantes da pesquisa, devido à pouca experiência da autora desta pesquisa em utilizar o método da modelação. As três fases da modelação matemática: (1^a) percepção e apreensão, (2^a) compreensão e explicação e (3^a) significação e expressão, visam favorecer a aprendizagem dos conteúdos escolares; a perceber, compreender, interpretar e verificar soluções de situações problemas. Além disso, o objetivo da modelação é orientar os estudantes a pesquisar, pois, conforme Biembengut (2004), a pesquisa deve propiciar aos estudantes “atuar/fazer e não apenas receber pronto sem compreender o significado do que estão estudando; ter conhecimento e senso crítico e criativo, principalmente, na formulação e na validação do modelo; inteirar-se dos trabalhos dos demais grupos durante o seminário, valorando-os; elaborar uma exposição escrita do trabalho, de acordo as normas científicas.”.

Foi possível, através das atividades de modelação, realizar a aplicação da matemática a partir do ensino dos conteúdos curriculares e não curriculares. Além disso, identificou-se como os estudantes compreenderam os conhecimentos científicos, a forma como conseguiram aplicá-los, quais foram os argumentos utilizados por eles para explicar e exemplificar, como chegaram às conclusões nas três fases da modelação, quando foram motivados à busca de informações, quando os conteúdos necessários foram explicados e retomados e também quando foram promovidos momentos de pesquisa.

O método Modelação Matemática contribuiu, favoreceu e estimulou a alfabetização e o letramento científico dos estudantes, pois comparando os objetivos da modelação e a definição de letramento, percebe-se que as fases da modelação vão ao encontro da definição de letramento científico proposta pelo PISA, pelo fato de a modelação, de acordo com Biembengut (no prelo), favorecer ao estudante ser capaz de usar a matemática para compreender uma situação ou resolver um problema das ciências da natureza ou humana que ele tem interesse, aplicar os conceitos matemáticos a partir da sua apreensão, formular e resolver problemas e realizar pesquisa científica através do estímulo de sua criatividade e criticidade.

Durante a análise, que foi realizada de acordo com as três fases da Modelação Matemática de Biembengut, foram identificadas as categorias de nível 1 ao nível 5. Verificou-se que os estudantes não se encontravam durante as três fases apenas em um nível da escala. Isso significa que, segundo o PISA (2012), em determinados momentos, esses estudantes

mostraram possuir competências necessárias para participar criticamente de situações do cotidiano, nas quais devem refletir, participar e ser críticos. Além disso, confirmou-se, no final da Modelação, a importância das três fases e como elas se completam e se complementam.

De acordo com Biembengut (2009), resultados de pesquisas apontam que os estudantes mostram um avanço nas de atividades propostas pelo método da modelação, ao serem estimulados a representar de alguma forma a maneira como compreendem situações do seu meio.

A partir do tema *Embalagens*, os estudantes de ambos os grupos mostraram avanços do nível 1 para os demais níveis. Os estudantes do grupo 1 – estudantes do Ensino Médio – na fase 1 (percepção e apreensão), inicialmente encontravam-se todos no nível 1, passando ao final dessa fase para o nível 2; na fase 2 (compreensão e explicitação), 90% dos estudantes permaneceram no nível 2 e 10% avançaram para o nível 3; e na fase 3 (significação e expressão), 90% dos estudantes mantiveram-se no nível 3 e 10% avançaram para o nível 4.

Os estudantes do grupo 2 – estudantes do Ensino Fundamental – na fase 1, todos classificaram-se inicialmente no nível 1 e avançaram para o nível 3; na fase 2, todos os estudantes avançaram para o nível 4; e na fase 3, dos 9 estudantes, 4 mantiveram-se no nível 4 e os outros 5 avançaram para o nível 5. Ao findar a análise, concluiu-se que os estudantes foram capazes de criar um modelo de embalagem a partir das fases da modelação, além disso, para a confecção desse modelo demonstraram criatividade e criticidade em relação aos modelos já existentes. Após o processo de modelação estavam em um processo de alfabetização científica.

Conforme os objetivos propostos pelos PCNs, os estudantes devem ser formados para serem capazes de compreender e participar de forma crítica do mundo em que vivem. E isso se verificou na análise feita a partir das criações e recriações dos estudantes do Ensino Fundamental e Médio. Eles apresentaram avanços ao serem motivados a compreender o seu meio, utilizando temas familiares.

Acredita-se que a aplicação da Modelagem na Educação pode proporcionar aos estudantes avanços maiores a partir do instante em que novas atividades forem realizadas, pois eles seriam motivados a aprender os conteúdos a partir de um método de ensino no qual buscam, compreendem e aplicam conceitos científicos em diversos contextos, que é o objetivo da alfabetização científica. Isso responde a questão de pesquisa - Como a modelação matemática, nas práticas de sala de aula, pode favorecer a alfabetização científica? – estabelecida, que a promoveu e direcionou esta pesquisa.

Recomenda-se que outros estudos sobre a análise da alfabetização científica de estudantes de Ensino Fundamental e Médio por meio da Modelagem Matemática sejam realizados, pois se constatou na busca das produções recentes que não existem trabalhos publicados similares a este.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Eduardo Leopoldino de. **Introdução à pesquisa operacional: métodos e técnicas para análise de decisão**. Rio de Janeiro: LTC, 1989.

ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. Texto, Contexto e Significados: algumas questões na análise de dados qualitativos. **Cad. Pesq.**, v. 45, p. 66-71, maio 1983.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002.

BIEMBENGUT, Maria Salett; ZERMIANI, Vilmar José. Perspectivas da Modelagem Matemática e Projetos nas Feiras de Matemática. In: LOURDES, M. W. de Almeida; ARAUJO, Jussara de Loiola; BISOGNIN, Eleni (Org.). **Práticas de Modelagem na Educação Matemática**. Londrina: Ed. da Universidade Estadual de Londrina, v. 1, p. 287-307, 2011.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Mapeamento na Pesquisa Educacional**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

_____. **Modelagem Matemática e Implicações no ensino-aprendizagem de Matemática**. 2. ed. Blumenau: Edifurb, 2004. v. 1.

_____. **Processos e métodos de ensino e aprendizagem matemática na formação de professores**. 2009. 76 f. Relatório (Pós-Doutorado) – Departments of Educational Specialties and Mathematics & Statistics University of New Mexico, 2009.

_____. **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.

_____ no prelo.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem matemática no ensino**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2007.

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

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei n. 9394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF, 1996.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília, DF: MEC/SEF, 1997.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998.

BURAK, Dionísio. Modelagem Matemática e a Sala de Aula. In: ENCONTRO PARANAENSE DA MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1., 2004, Londrina. **Anais...** Londrina, 2004.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação.** Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

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

DANTE, Luiz Roberto. **Tudo é Matemática: 8º ano.** 3ª edição, São Paulo: Editora Ática, 2011.

DEMO, Pedro. **Educar pela Pesquisa.** Campinas: Autores Associados, 2000.

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.

DESIGN DE EMBALAGEM. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Design_de_embalagem>. Acesso em: 14.02.12.

FOUREZ, Gérard. Crise no Ensino de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.

FURIÓ, C. et al. Finalidades de la enseñanza de las ciencias em la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica?. **Ensenanza de las ciencias**, v. 19, n. 3, p. 365-376, 2001.

GIOVANNI, José Ruy. **Matemática: pensar & descobrir, 9º ano** / José Ruy Giovanni, José Ruy Giovanni Júnior. São Paulo: FTD, 2010.

GIOVANNI, José Ruy, 1937. **Matemática fundamental**, 2º grau: volume único: resolução dos exercícios propostos e de revisão / José Ruy Giovanni, José Roberto Bonjorno, José Ruy Giovanni Jr. São Paulo: FTD, 1994.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. INEP. **Pisa, Resultados, Pisa 2009.** Apresentação dos Resultados. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/internacional-novo-pisa-resultados>>. Acesso em: 3 out. 2011.

_____. **Pisa, Marcos Referenciais.** Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/internacional-novo-pisa-marcos_referenciais>. Acesso em: 3 out. 2011.

KRASILCHIK, Myriam; MARANDINO, Martha. **Ensino de ciência e cidadania.** São Paulo: Moderna, 2007.

LAUGKSCH, Rudiger C. Scientific Literacy: a Conceptual Overview. **John Wiley & Son s, Inc**, p. 71-94, 2000.

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.

MEYER, João Frederico da Costa de Azevedo; CALDEIRA, Ademir Donizeti; MALHEIROS, Ana Paula dos Santos. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011.

MILARÉ, Tathiane; RICHETTI, 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.

PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS PARA O ENSINO MÉDIO. **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

RESULTADOS NACIONAIS. **Pisa 2006**: Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Pisa) / Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. Brasília, DF: O Instituto, 2008. 153 p.: il.

PROJETO ARARIBÁ: **matemática: ensino fundamental** / obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pela Editora Moderna; editora executiva Juliane Matsubara Bastos. 3º edição, São Paulo: Moderna, 2010.

SASSERON, Lúcia Helena. **Alfabetização Científica e documentos oficiais brasileiros**: um diálogo na estruturação do Ensino da Física. Disponível em: <http://moodle.stoa.usp.br/file.php/1129/AC_e_documentos_oficiais_brasileiros.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2012.

SKOVSMOSE, Ole. Cenários para investigação. **Bolema**, Rio Claro, n. 14, p. 66-91, 2000.

SOARES, Magda. **Letramento**: um tema em três gêneros. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

_____. Letramento e alfabetização: as muitas facetas. **Revista Brasileira de Educação**, n. 25, p. 5-17, 2004.

TESES, DISSERTAÇÕES E ARTIGOS ANALISADOS

BIEMBENGUT, Maria Salett; ZERMIANI, Vilmar José. Perspectivas da Modelagem Matemática e Projetos nas Feiras de Matemática. In: ALMEIDA, Lourdes M. W. de; ARAUJO, Jussara de Loiola; BISOGNIN, Eleni. (Org.). **Práticas de Modelagem na Educação Matemática**. Londrina: Ed. da Universidade Estadual de Londrina, v. 1, p. 287-307, 2011.

BRITES, Elisa Maria Almeida. **Modelagem Matemática Gráfica**: instigando o senso criativo dos estudantes do Ensino Fundamental. 2012. 154 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Programa de Pós Graduação em Ciências e Matemática, PUCRS, Porto Alegre, 2012.

BURAK, Dionísio. Modelagem Matemática e a Sala de Aula. In: ENCONTRO PARANAENSE DA MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1., 2004, Londrina. **Anais...** Londrina, 2004.

FERREIRA, Denise Helena Lombardo. **O Tratamento de Questões Ambientais através da Modelagem Matemática**: um trabalho com alunos do Ensino Fundamental e Médio. 2003. 496 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

GADÉA, Sirley Jackelline Silva; DORN, Rejane Cristina. Alfabetização Científica: pensando na aprendizagem de Ciências nas Séries Iniciais através de atividades experimentais. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, v. 6, p. 113-131, 2011.

LIRA, Magadã; TEIXEIRA, Francimar Martins. **Alfabetização Científica e Argumentação escrita**: proposições reflexivas. PPGEDU – Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: <<http://www.adaltech.com.br/testes/abrapec/resumos/R1387-1.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2012.

MACHADO, Arthur Gonçalves Junior. **Modelagem Matemática no Ensino-Aprendizagem**: ação e resultados. 2005. 143 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico, UFPA, Belém, 2005.

MIYASAKI, Dirce Mayumi. **Modelagem Matemática e a Educação Ambiental**: possibilidades para o Ensino Fundamental. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/359-4.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2012.

SASSERON, Lúcia Helena. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental**: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula. 2008. 281 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

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.

SCHULZE, Clélia Maria Nascimento. Um estudo sobre Alfabetização Científica com Jovens Catarinenses. **Revista Psicologia: Teoria e Prática**, Santa Catarina, v. 8, p. 95-106, 2006.

TEIXEIRA, Jonny Nelson. **Categorização do nível de letramento científico dos alunos do Ensino Médio**. 2007. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

VIECILI, Cláudia Regina Confortin. **Modelagem Matemática**: uma proposta para o ensino de matemática. 2006. 119 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Programa de Pós Graduação em Ciências e Matemática, PUCRS, Porto Alegre, 2006.

APÊNDICE A – Convite e autorização**CONVITE**

Srs. Responsáveis

Gostaria de convidar o estudante _____ para participar de algumas atividades desta pesquisa de Mestrado, que objetiva analisar a alfabetização científica de estudantes de Ensino Fundamental e Ensino Médio por meio da Modelagem Matemática.

A Modelagem Matemática é um método de pesquisa da matemática aplicada, e, quando utilizada no ensino, seu objetivo é o ensino de conteúdos utilizando modelos de diversas áreas, além de orientar os estudantes à pesquisa. O tema dessas atividades será “Embalagens” e visa a orientar os estudantes no processo de criação de uma embalagem para um produto por eles escolhido.

O nome dos estudantes e da escola não será divulgado no texto elaborado a partir da pesquisa. Durante as atividades, gostaria de gravar as falas dos estudantes e registrar com fotos alguns momentos de trabalho, mas o rosto dos alunos não será exposto.

As atividades acontecerão em dois períodos semanais, no turno da tarde, com duração de, no máximo, dois meses (agosto e setembro/12). As atividades serão realizadas na segunda-feira das 13h30 às 15h10 e terão início no dia 13 de agosto de 2012. O material necessário para as atividades é praticamente o mesmo material utilizado em aula (materiais de geometria) e será solicitado aos próprios estudantes.

Logo abaixo está um termo de autorização para a participação na pesquisa do estudante convidado; é necessária a sua assinatura. Se possível, espero um retorno até quinta-feira (09.08.12).

Fico muito grata se for possível a participação do estudante.

Desde já agradeço pela atenção.

Professora Lisiane Milan Selong

Autorizo o estudante _____ a participar da pesquisa referida acima.

Nome e assinatura do responsável

APÊNDICE B – Atividades Extras

1. Texto sobre embalagens

COLÉGIO XXXXXXXXXXXX

Estudante: _____ **Nº** _____

Série: 1^a **Turma:** _____ **Curso:** Ensino Médio **Data:** __/__/2012.

Disciplina: Desenho Geométrico

Nome do Professor (a): Lisiane Milan Selong

Assunto: Texto sobre Embalagens

Embalagens

A embalagem tem uma significativa importância para o produto. Além de protegê-lo, valoriza sua apresentação. Há um dito popular que diz: “A primeira impressão é a que fica”! Partindo dessa premissa, a embalagem precisa “impressionar os olhos” do consumidor, ou seja, atender ao senso estético. Mas isso não é o suficiente! É necessário que seja fácil manuseá-la e que o produto fique devidamente protegido da ação do transporte e do tempo. Para isso, alguns cuidados devem ser tomados, em particular, com a forma e a resistência.

Existem diversos tipos de embalagem seja na forma, no tamanho e no material, tais como: folhas de papel ou celofane, saco ou sacola de pano, plástico ou papel, caixa de papelão ou de metal, lata de alumínio, dentre outros.

O *design* de embalagens, é uma vertente do design de produto e do design gráfico. Na maioria das vezes o designer de produto é responsável pela forma da própria embalagem, considerando problemas de ergonomia e estética tri-dimensional. Enquanto o designer gráfico trata do rótulo da embalagem, onde o produto é apresentado graficamente.

A embalagem comercial não é apenas um meio de armazenamento e transporte de um produto, mas é um objeto que possibilita aos consumidores uma relação afetiva individual com o produto. A embalagem é a identidade da empresa a qual ela representa e em muitos casos é o único meio de comunicação do produto. O bom *design* de embalagem pode garantir uma boa comunicação com o consumidor, informando sobre o produto e expondo seu caráter. De acordo com a pesquisa setorial ABRE, para muitos consumidores a embalagem é o objeto que identifica simbolicamente o produto. Uma pesquisa do Comitê de Estudos Estratégicos da ABRE mostrou que o consumidor não dissocia a embalagem do seu conteúdo, considerando

os dois como constituintes de uma mesma entidade indivisível. Sendo assim, a embalagem é ao mesmo tempo expressão e atributo do conteúdo.

História

As primeiras embalagens surgiram há mais de 10.000 anos, quando nas civilizações já existia a necessidade de transportar, acondicionar e armazenar alimentos. Médicos do antigo Egito utilizavam tubos de bambu rotulados para os medicamentos daquele período.

Considerações na criação das embalagens

Uma embalagem não pode ser apenas bonita, ela deve cumprir padrões de higiene, formatos, praticidade e segurança. O *design* de embalagem agrega valor, adequando-a de forma eficiente às necessidades e expectativas do consumidor e define seu posicionamento correto no mercado. É também diferencial competitivo, pois através da inovação e da diferenciação o *design* pode criar uma personalidade capaz de conquistar a fidelidade do consumidor.

No design de embalagens, o designer deve ter em conta algumas questões: De que tipo de embalagem se trata? É uma embalagem para líquidos? Para proteger objetos frágeis? Qual o peso e o tamanho dos objetos que vai conter? São pesos uniformes? Como vai ser transportada? Terá de ser atraente? Em que material irá ser feita? Qual a fábrica a contratar? Daqui a quanto tempo deverá estar pronta? Qual o orçamento disponível? Pra onde irá esta embalagem após seu descarte? Qual seu ciclo de vida?

1. O texto trata sobre a importância do *design* de uma embalagem e também aponta que as embalagens devem cumprir padrões de higiene, formato, praticidade e segurança. Desta forma, analise as embalagens que você trouxe, observando a forma, o tipo, o que nesta embalagem influencia para a venda do produto e ainda, você consegue perceber alguma relação destas embalagens com a disciplina de Desenho Geométrico? Ao analisar as embalagens escreva suas observações.

2. Desenho Geométrico

Desenho: é a expressão gráfica da forma.

Geometria: é a ciência que tem por objetivo o estudo das propriedades relativas a forma e a extensão dos corpos. A extensão pode-se verificar em comprimento e chamar-se-á linha; em comprimento e largura, e chamar-se-á superfície ou plano; ou ainda a extensão pode ser em comprimento, largura e espessura e chamar-se-á volume.

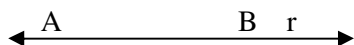
Elementos primitivos da Geometria

Não existe definição geométrica para as ideias de ponto, reta e plano. Por isso, eles são chamados elementos primitivos ou noções primitivas da Geometria.

Os pontos não têm dimensões. Eles estão presentes em todas as figuras geométricas. Para nomeá-los, usamos letras maiúsculas do nosso alfabeto. Por exemplo:

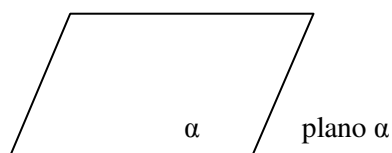
. P (ponto P)

As retas não têm espessura e são ilimitadas nos dois sentidos; por isso, para representar uma reta, desenhamos apenas parte dela. Em uma reta, há infinitos pontos. Para nomeá-la, podemos usar letras minúsculas do nosso alfabeto ou as letras maiúsculas de dois pontos pertencentes a ela. Por exemplo:

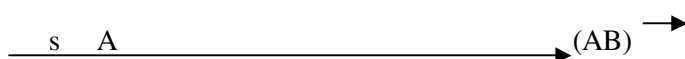


Reta r, ou reta AB (escreve-se \overleftrightarrow{AB}), ou reta BA (escreve-se \overleftrightarrow{BA}).

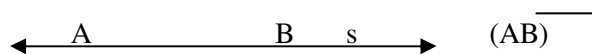
Os planos não têm espessura e são ilimitados em todas as direções, por isso, para representá-los, também desenhamos apenas parte deles. Um plano tem infinitos pontos. Para nomeá-los usamos letras gregas minúsculas, como α (alfa) e β (beta).



Semi-reta: subconjunto de uma reta.

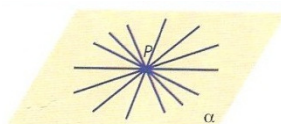


Segmento de reta: parte limitada de uma reta.

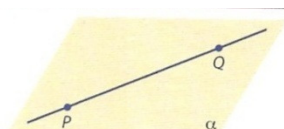


Retas determinadas por pontos:

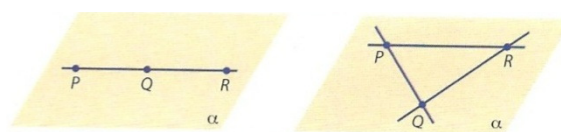
- Considere um ponto pertencente a um plano. Por esse ponto, podemos traçar tantas retas quantas quisermos, ou seja, por esse ponto passam infinitas retas.



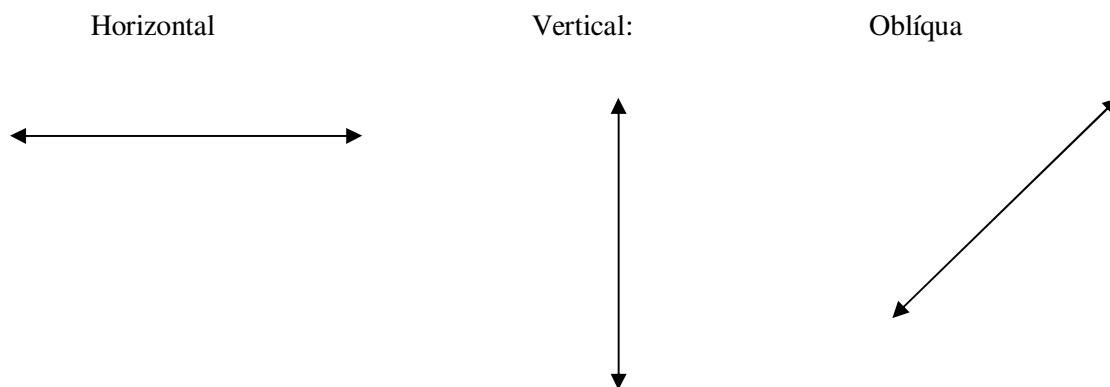
- Considere agora dois pontos distintos, pertencentes a um mesmo plano. Por esses pontos, podemos traçar uma única reta.



- Considere três ou mais pontos distintos, pertencentes a um mesmo plano. Só podemos traçar uma reta que passe ao mesmo tempo por todos os pontos se eles estiverem alinhados.

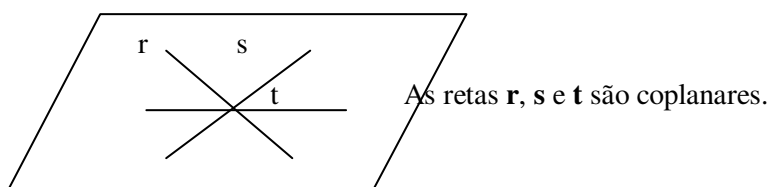


Posições de uma reta:



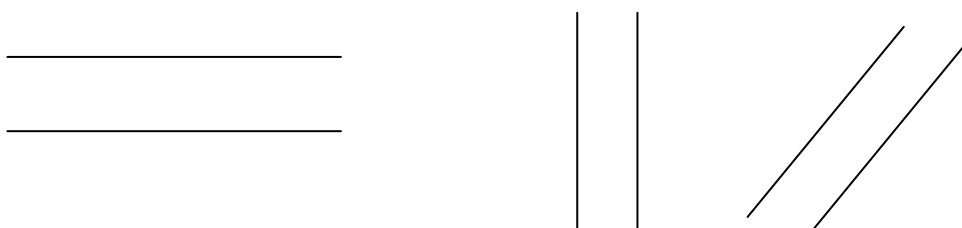
Retas Coplanares

São denominadas retas coplanares aquelas que estão contidas em um mesmo plano.



Posições relativas de duas retas no plano

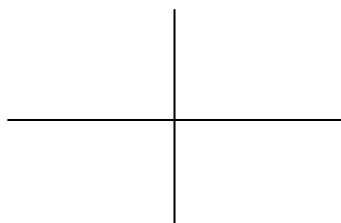
Paralelas: são retas que não têm nenhum ponto em comum, não se cruzam.



Concorrentes: têm um único ponto comum, se cruzam apenas em um ponto.



Perpendiculares: são retas concorrentes e determinam quatro ângulos retos.



Coincidentes: são retas que possuem todos os pontos em comum.



Mediatriz: é a reta perpendicular que corta um segmento de reta em seu ponto médio. Para traçar a mediatriz é necessário utilizar o compasso.

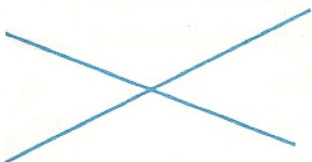
Exemplo: Dividir um segmento de reta \overline{AB} em duas partes iguais, utilizando o processo das mediatrizes. Para explicar para os estudantes como traçar a mediatriz utilizei os mesmos passos do quadro a seguir.

<p>1</p> <p>Com a ponta-seca do compasso no ponto B e abertura maior que a metade do segmento \overline{AB}, trace um arco.</p>	<p>2</p> <p>Com a mesma abertura e a ponta-seca no ponto A, trace um arco que cruze o primeiro. No encontro dos dois arcos, marque os pontos C e D.</p>	<p>3</p> <p>Trace a reta que passa pelos pontos C e D. Essa reta, chamada mediatriz de \overline{AB}, determina o ponto médio M do segmento \overline{AB}.</p>
---	--	--

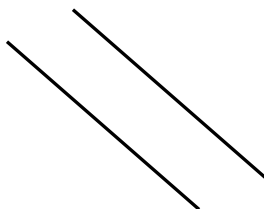
Exercícios:

1) Em cada uma das figuras seguintes, as linhas representam retas. Identifique se são paralelas ou concorrentes.

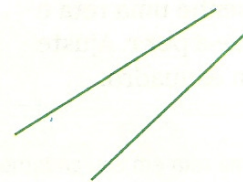
a)



b)

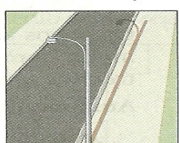


c)



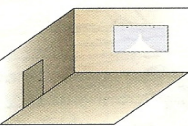
2) Expresse a idéia que cada situação apresenta com uma das palavras: ponto, reta ou plano.

a)



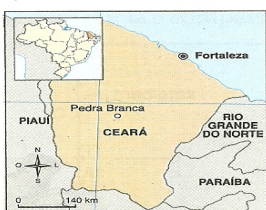
Sombra de um poste.

b)



Piso de um quarto.

c)



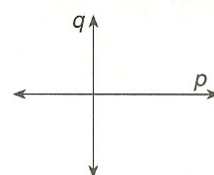
Localização da cidade de Pedra Branca, no Ceará.
 FERREIRA, Graça Maria Lemos. *Atlas Geográfico Espaço Mundial*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2003. p. 39.

Qual a relação que cada par de retas tem entre si e quantos pontos cada um deles tem em comum?

a)



c)

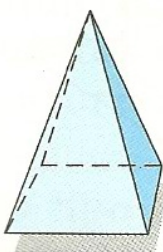


b)

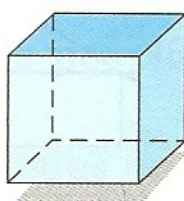


4) C duas paralelas?

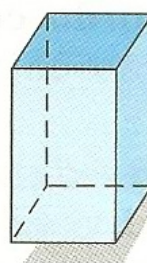
a)



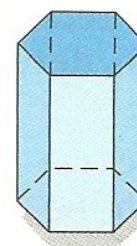
b)



c)



d)



5) Desenhe:

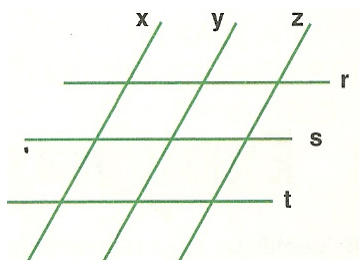
a) duas retas, s e t , contidas em um mesmo plano, tais que s e t se cruzem em um único ponto;

b) duas retas, u e v , contidas em um mesmo plano, tais que u e v não se cruzem;

c) duas retas, w e z , contidas em um mesmo plano, tais que w e z tenham todos os pontos em comum;

d) duas retas, a e b , contidas em um mesmo plano, tais que a e b se cruzem em um único ponto formando quatro ângulos retos.

6) Na figura ao lado, temos seis retas num mesmo plano. As retas x , y e z são paralelas entre si; as retas r , s e t também são paralelas, porém, nenhuma delas é paralela às retas x , y e z .



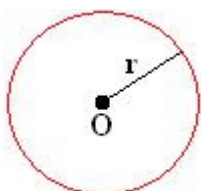
- Quais são os possíveis pares de retas paralelas?
- Quais são os possíveis pares de retas concorrentes?
- Quais são os possíveis pares de retas perpendiculares?

7) Construa o que se pede: um segmento AB de 4,5 cm, seu ponto médio M e o ponto médio N do segmento MB .

8) Dividir um segmento de reta de 80 mm em quatro partes iguais. Utilizar o processo das mediatrizes.

3. Circunferência e Círculo

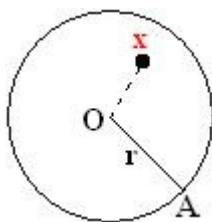
Dado um ponto O de um plano, vamos marcar nesse plano os pontos que estão em uma mesma distância r de O :



A figura obtida chama-se circunferência de centro O e raio r .

Qualquer segmento determinado pelo centro e por um ponto da circunferência é igual ao **raio**.

Todo ponto do plano cuja distância em relação ao centro da circunferência é menor que o raio chama-se ponto interno à circunferência. A reunião desses pontos internos chama-se de região interna da circunferência.

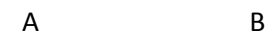


Portanto:

Círculo é a região da circunferência com sua região interna.

Exercícios:

1) Meça os segmentos de reta a baixo:



2) Traçar retas perpendiculares.

3) Traçar retas paralelas.

4) Desenhar circunferências com diferentes medidas de raio.

4. Traçado de retas paralelas e perpendiculares

paralelas e perpendiculares

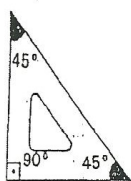
RETAS PARALELAS: TRAÇADO

O conceito de retas paralelas é aqui retomado para o estudo do traçado de paralelas, com o auxílio do par de esquadros:

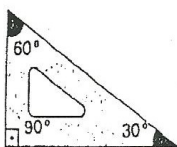


r e s são paralelas, pois são coplanares e não têm pontos comuns.
Símbolo: $r \parallel s$.

Uso do par de esquadros



esquadro de 45°



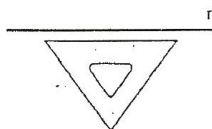
esquadro de 60°

- Nunca use apenas um esquadro. Use o par de esquadros.
- Mantenha fixo um dos esquadros; o outro é que se movimenta.
Veja na figura abaixo.

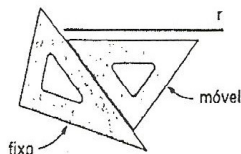
Traçado de retas paralelas

Exemplo de traçado de paralelas a partir de uma reta r :

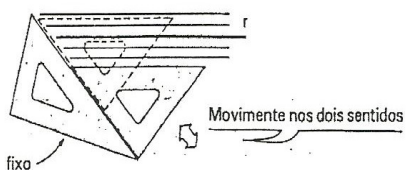
1.º passo



2.º passo



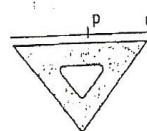
3.º passo



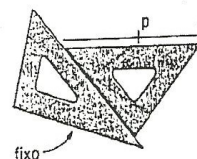
Traçado de retas perpendiculares: 1.º caso

Dado um ponto P numa reta r , traçar uma reta s perpendicular à reta r , passando por P .

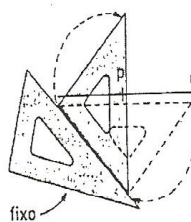
1.º passo



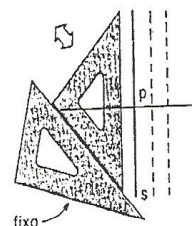
2.º passo



3.º passo



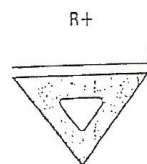
4.º passo



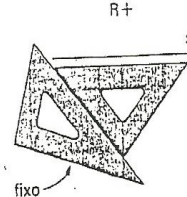
Traçado de retas perpendiculares: 2.º caso

Dado um ponto R , não pertencente a uma reta s , traçar uma reta t perpendicular à reta s , passando por R .

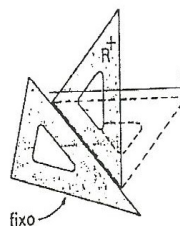
1.º passo



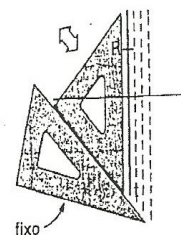
2.º passo



3.º passo



4.º passo

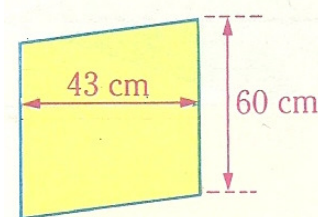


5. Exercícios sobre área de figuras planas

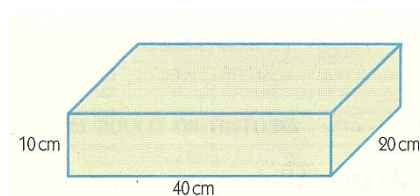
COLÉGIO XXXXXXXXXXXX

Estudante: _____ N° _____
 Série: _____ Turma: _____ Curso: _____ Data: ____/____/2011.
 Nome do Professor (a): _____
 Assunto: Exercícios sobre área de figuras planas

1) Uma folha de papelão tem a forma e as dimensões indicadas na figura abaixo. Qual é a área dessa folha de papelão?

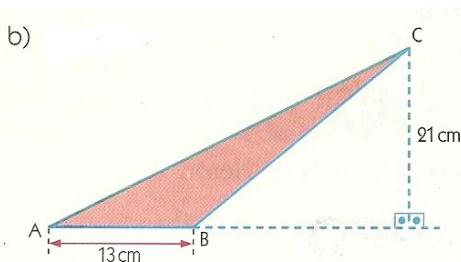
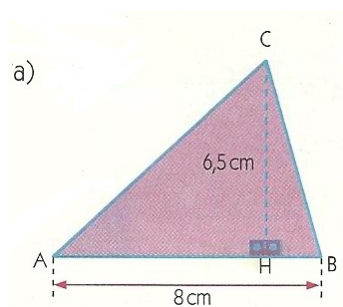


2) Uma fábrica de papelão necessita fabricar 1000 caixas com as dimensões indicadas na figura abaixo. Qual será o consumo de papelão, em metros quadrados, para fabricar as caixas?

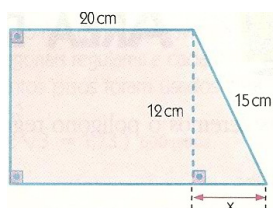


3) Em um triângulo equilátero, o perímetro é 30 cm. Determine a medida h da altura do triângulo e a sua área.

4) Determine a área de cada um dos seguintes triângulos:



- 5) Se as diagonais de um losango medem 27 cm e 22 cm, calcule a área desse losango.
- 6) As medidas das diagonais de um losango são expressas, em centímetros, pelas raízes da equação $x^2 - 13x + 40 = 0$. Nessas condições, calcule a área desse losango.
- 7) As bases de um trapézio medem 42,5 cm e 21,5 cm. Se a altura do trapézio é de 18 cm, calcule a área desse trapézio.
- 8) A figura abaixo é um trapézio retângulo. Determine a medida x indicada e a área do trapézio.



- 9) O comprimento do raio de um círculo é $5\sqrt{3}$. Qual é a área desse círculo?
- 10) Um disco de cobre tem 70 cm de diâmetro. Qual é a área desse disco?

6. Exercícios sobre polígonos

COLÉGIO XXXXXXXXXXXXX	
Estudante: _____	N° _____
Série: _____	Turma: _____
Curso: _____	Data: ___/___/2012.
Nome do Professor (a): _____	
Assunto: Exercícios sobre Polígonos	

- 1) Construa um polígono convexo e escreva quantos e quais são:
 - a) os vértices;
 - b) os lados;
 - c) os ângulos internos;
 - d) os ângulos externos
- 2) Desenhe um heptágono convexo e um heptágono não convexo.
- 3) Examine os ângulos internos e externos de um polígono convexo:
 - a) Quanto vale a soma da medida de um ângulo interno com a medida do ângulo externo no mesmo vértice?
 - b) Com base na resposta do item anterior, como são chamados os ângulos internos com seus externos no mesmo vértice?
- 4) Quantos vértices tem um dodecágono? E um icosaágono?

5) Faça um desenho de um triângulo EFG e comprove nele a afirmação que vimos sobre os polígonos convexos.

6) Calcule:

a) a soma das medidas dos ângulos internos de um heptágono conexo.

b) o número de lados de um polígono convexo no qual $S_i = 1440^\circ$.

7) Qual é o polígono cuja soma das medidas dos ângulos internos é igual à soma das medidas dos ângulos externos aumentada de 720° ?

8) Em um polígono regular de 20 lados (icoságono regular), qual é a medida de cada ângulo interno? E de cada ângulo externo?

9) Em um polígono regular, cada ângulo interno mede 135° . Quantos lados tem esse polígono?

10) Qual é o polígono cuja soma das medidas dos ângulos internos é igual a 900° ?

11) Quantas diagonais tem um polígono de 24 lados?

12) Determine o número de diagonais dos seguintes polígonos:

a) dodecágono

b) icoságono

13) Um polígono convexo tem 13 vértices. Quantas diagonais ele possui?

14) Descubra o polígono a partir da soma das medidas de seus ângulos internos dada em cada caso.

a) 540°

b) 1.800°

c) 1.620°

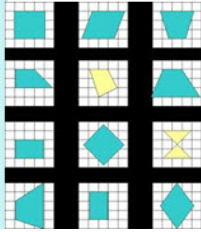

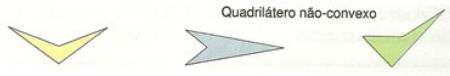
d) 1.440°

7. Quadriláteros

Observem estas imagens

Estas figuras fazem parte do
nosso cotidiano!!

Basta observarmos ao nosso redor e
facilmente encontramos um
quadrilátero.

<p>Quadrilátero é todo polígono de quatro lados.</p> <p>Os quadriláteros classificam-se em paralelogramos, trapézios e outros.</p> <p>Paralelogramos</p> <p>Paralelogramo qualquer, Losango, Retângulo, Quadrado</p> <p>Trapézios</p> <p>Trapézio isóceles, Trapézio retângulo, Trapézio qualquer</p> <p>Quadriláteros que não são nem paralelogramos nem trapézios.</p> <p>*"Pisa" ou "papagaio", Quadrilátero convexo, Quadrilátero não-convexo</p>	<p>Quadrilátero convexo e quadrilátero não convexo</p> <p>Os quadriláteros podem ser convexos (todos os seus ângulos internos medem menos de 180°) ou não convexos.</p> 
<p>Quadriláteros convexos: é um polígono convexo de quatro lados.</p>  <p>Quadrilátero convexo</p> <p>Quadrilátero não convexo: é um polígono não convexo de quatro lados.</p>  <p>Quadrilátero não-convexo</p>	<p>Soma dos ângulos internos de um quadrilátero convexo</p> <ul style="list-style-type: none"> Usando a fórmula $S_i = (n - 2) \cdot 180^\circ$ <p>Como o quadrilátero é um polígono de quatro lados ($n = 4$), temos:</p> $S_4 = (4 - 2) \cdot 180^\circ \Rightarrow S_4 = 2 \cdot 180^\circ \Rightarrow S_4 = 360^\circ$ <p>A soma das medidas dos ângulos internos de um quadrilátero convexo é 360°.</p>
<p>Exercícios:</p> <ol style="list-style-type: none"> Um quadrilátero pode ter os ângulos internos de medidas 123°, 24°, 56° e 167°? Justifique sua resposta. Quais são as medidas dos ângulos de um quadrilátero sabendo que um dos ângulos mede x graus e os outros ângulos medem o dobro, o triplo e o quádruplo de x? 	

8. Avaliação e sugestões sobre as embalagens e portfólios produzidos pelos estudantes do grupo

1) Neste espaço você deve fazer observações, comentários e contribuir com sugestões sobre a produção de cada grupo. Para isso deve pensar sobre pontos positivos e negativos da criação, sobre a criatividade e inovação, como ela contribui com o meio ambiente e de que forma ela auxilia quem usá-la no dia-a-dia. Cite algum exemplo que confirme suas sugestões ou algum fato/informação que você se baseou para fazer essas observações.

2) Quais foram os conhecimentos necessários para que fosse possível criar a embalagem e o portfólio (conhecimentos matemáticos e não matemáticos)?

3) Foi possível perceber os conteúdos matemáticos existentes em uma embalagem durante os encontros?
