

FACULDADE DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Alexandre Leiria Machado

**A INTERAÇÃO DA MODELAÇÃO COM AS TIC:
UMA ANÁLISE NO INTERESSE DOS ESTUDANTES EM APRENDER MATEMÁTICA**

Porto Alegre
2012

ALEXANDRE LEIRIA MACHADO

**A INTERAÇÃO DA MODELAÇÃO COM AS TIC:
uma análise no interesse dos estudantes em aprender matemática**

Dissertação apresentada com requisito para a 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

2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M149i Machado, Alexandre Leiria
A interação da modelação com as TIC: uma análise no interesse dos
estudantes em aprender matemática / Alexandre Machado Leiria ; orientação
de Maria Salett Biembengut . – Porto Alegre, 2012.
il. 148 p.

1. Matematica. 2. Ensino. 3. Tecnologias de Informação e Comunicação
I.Machado, Alexandre Leiria. II. Biembengut, Maria Salett. III. Título.

CDU: 51:37

Bibliotecária responsável: Ana Paula R. Gomes Goulart CRB-10/1736

ALEXANDRE LEIRIA MACHADO

**A INTERAÇÃO DA MODELAÇÃO COM AS TIC:
uma análise no interesse dos estudantes em aprender matemática**

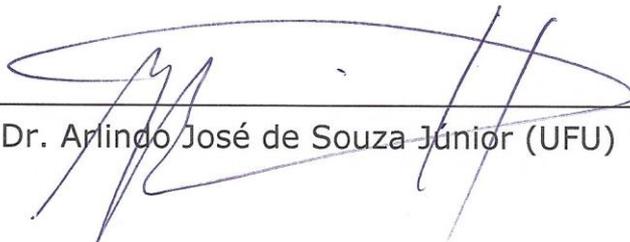
Dissertação apresentada com requisito para a obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovado em 30 de agosto de 2012, pela Banca Examinadora.

BANCA EXAMINADORA:



Dra. Maria Salett Biembengut (Orientadora - PUCRS)



Dr. Arlindo José de Souza Júnior (UFU)



Dra. Isabel Cristina Machado de Lara (PUCRS)

PORTO ALEGRE

2012

*Dedico a
minha amada família:
minha esposa Carla
e meus filhos, Gabriela e Gustavo,
razão de minha vida;
meus pais, Derli e Nisa,
pela Educação que me proporcionaram.*

AGRADECIMENTOS

À minha esposa Carla, por ter me incentivado a galgar mais conhecimento e pela compreensão, nos momentos de ausência.

Aos meus filhos, Gabriela e Gustavo, pela compreensão nos momentos ausentes, enquanto o “trabalhão” não ficava pronto. Que sirva de estímulo em suas vidas.

À minha orientadora Profa. Dra. Maria Salett Biembengut, pelas contribuições, críticas e sugestões, pelo compartilhar de sua experiência e de seus conhecimentos, e pelas “saletizadas” que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

À direção da escola em que trabalho, pela receptividade, confiança e compreensão ao autorizarem o desenvolvimento do projeto.

Às colegas de mestrado e escola, Nara e Elisa, pelos momentos de estudo, de conhecimentos compartilhados e nas horas difíceis durante o curso, quando unimos as forças para vencer.

Aos colegas de escola: Maria Inês, pelas leituras e opiniões na fase inicial do texto; Pierre e Rosane, pela compreensão; Furlan, que assumiu minhas turmas no momento em que mais precisei; Lenice e Josaine, pelo estímulo; Micheline e Ana, pela colaboração na estruturação desta pesquisa.

Aos 14 estudantes, colaboradores voluntários no projeto, sempre educados e atenciosos, que abriram mão de horas de estudos e/ou lazer. Em especial ao Guarienti, Guimarães, Josué, Monique e Rafael, pelo interesse e pela dedicação demonstrados até o final das atividades.

Ao agrônomo Fábio Rosa, pela disponibilidade, receptividade e clareza nos ensinamentos proporcionados aos estudantes.

Enfim, expresso meus sinceros agradecimentos a todos amigos e familiares que, de forma direta ou indireta, contribuíram para que eu vencer esta etapa.

RESUMO

Nesta dissertação, desenvolvida junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, é apresentada uma pesquisa cujo objetivo foi analisar o interesse dos estudantes do Ensino Médio em aprender matemática por meio da modelação integrada à tecnologia. Divide-se em quatro etapas – Mapas. No mapa de identificação constam justificativa, objetivo e procedimentos metodológicos da pesquisa. O mapa teórico explana a literatura suporte referente às três vertentes teóricas: Interesse, Modelagem Matemática e Tecnologias de Informação e Comunicação. No mapa de campo, fez-se a organização do processo, a elaboração e a aplicação das atividades pedagógicas. Os dados empíricos foram obtidos a partir do trabalho realizado com um grupo de 14 estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma Escola Pública do município de Porto Alegre (RS). Eles participaram como voluntários em horário extraclasse. No mapa de análise, sob análise qualitativa realizada a partir de um estudo de caso, fez-se a interação entre os mapas teórico e de campo, o que permitiu identificar momentos de interesse e desinteresse dos estudantes durante as três fases da modelação. Ao final, desses 14 estudantes, cinco deles dispunham de um modelo gráfico e demonstraram interesse durante todo o processo nas experiências e nas relações, o que permitiu que aprendessem a pesquisar.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Modelação Matemática Gráfica. Interesse. Ensino Médio. Tecnologias de Informação e Comunicação.

ABSTRACT

The study presented in this thesis, undertaken in the Graduate Program in Science and Mathematics Education at the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul (PUCRS), was aimed at assessing High School students' level of interest in learning mathematics through technology-assisted modeling. This work is comprised of four parts (maps). The identification map consists of justification, objectives and methodological procedures. The theoretical map explains three approaches suggested by the support literature: Interest measurement, Mathematical Modeling and Information and Communication Technologies. The field map shows the organization of the process as well as the development and implementation of educational activities. The empirical data used for the map were obtained from work carried out with a group of 14 first-year High School students at a Porto Alegre (RS) public school. All subjects took part in the study as volunteers during out-of-school time. In the analytical map, which was based on a quantitative analysis of a case-study, the theoretical and field maps were superimposed, allowing for the identification of moments of low and high levels of student interest during the three phases of the model. In the end, out of 14 students, 5 had a graphical model available. All displayed interest in the experiences throughout the process, which allowed them to learn how to conduct research.

Keywords: Mathematical Modeling. Mathematical Modeling Teaching. High School. Information and Communication Technologies.

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Mapa de identificação	17
Mapa 2 – Comparação de desempenho de países	22
Mapa 3 – Pontuação em matemática no PISA	22
Mapa 4 – Dependência administrativa no PISA 2009	23
Mapa 5 – Médias de proficiência em matemática – Brasil – 1995-2009	23
Mapa 6 – Mapa teórico	33
Mapa 7 – Tipos de modelagem matemática	46
Mapa 8 – Mapa da modelação	48
Mapa 9 – Teses e dissertações: interesse	53
Mapa 10 – Artigos: interesse	57
Mapa 11 – Teses e dissertações: modelagem matemática	61
Mapa 12 – Artigos: modelagem matemática	68
Mapa 13 – Dissertações: tecnologia	73
Mapa 14 – Artigos: tecnologia	78
Mapa 15 – Mapa dos encontros	89
Mapa 16 – Perguntas e respostas do questionário	120
Mapa 17 – Categorias de análise do interesse	128

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tela inicial do curso no <i>Moodle</i>	88
Figura 2 – Espaço virtual CASA C&S	89
Figura 3 – Estudantes executando atividades	94
Figura 4 – Modelos de planta da sala de aula adaptada para uma casa	97
Figura 5 – Placa de identificação do projeto <i>Alegrias Renováveis</i>	102
Figura 6 – Colchão de ar no teto	103
Figura 7 – Momento do agradecimento	104
Figura 8 – Colchão de ar entre paredes	105
Figura 9 – <i>Casa do Sol</i>	105
Figura 10 – Grupos realizando atividades	109
Figura 11 – Modelo da planta baixa da casa	112
Figura 12 – Planta baixa da casa no <i>Sweet Home 3D</i>	113
Figura 13 – Retorno sobre arquivo recebido	114
Figura 14 – <i>Casa Sustentável</i> : conteúdo apresentado	115
Figura 15 – <i>Casa Sustentável 3</i> : conteúdo apresentado	117
Figura 16 – <i>Casa Sustentável</i> : exposição	118
Figura 17 – <i>Casa Sustentável 3</i> : exposição	119

LISTA DE SIGLAS

- AVA – Ambiente Virtual de Aprendizagem
- BDTD – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
- EM – Ensino Médio
- FURB – Universidade Regional de Blumenau
- INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
- LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
- ICME – Conferências Internacionais de Educação Matemática
- ICTMA – Conferências Internacionais no Ensino de Modelagem Matemática e Aplicações
- MEC – Ministério da Educação
- Moodle – Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*
- OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
- PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
- PUCRS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
- PDF – *Portable Document Format*
- PJC – Prêmio Jovem Cientista
- PISA – Programa Internacional de Avaliação de Alunos
- RS – Rio Grande do Sul
- SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica
- SCIELO – *Scientific Eletronic Library*
- TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1	MAPA DE IDENTIFICAÇÃO	16
1.1	APRESENTAÇÃO	16
1.2	A MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO: LEIS E AVALIAÇÕES	17
1.3	ABORDAGEM DO PROBLEMA	24
1.4	METODOLOGIA DA PESQUISA	28
2	MAPA TEÓRICO	32
2.1	APRESENTAÇÃO	32
2.2	LITERATURA SUPORTE	34
2.2.1	Interesse	34
2.2.2	Modelagem Matemática na Educação	41
2.2.3	Tecnologias da Informação e Comunicação	49
2.3	PRODUÇÕES RECENTES	52
2.3.1	Teses e Dissertações: Interesse	53
2.3.2	Artigos: Interesse	57
2.3.3	Teses e Dissertações: Modelagem Matemática	61
2.3.4	Artigos: Modelagem Matemática	68
2.3.5	Dissertações: Tecnologia	73
2.3.6	Artigos: Tecnologia	78
2.4	CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO	82
3	MAPA DE CAMPO	84
3.1	APRESENTAÇÃO	84
3.2	ORGANIZAÇÃO DO PROCESSO	84

3.3	ATIVIDADES PEDAGÓGICAS	87
3.4	DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO PEDAGÓGICA	90
3.5	CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO	121
4	MAPA DE ANÁLISE	126
4.1	APRESENTAÇÃO	126
4.2	ANÁLISE DA APLICAÇÃO PEDAGÓGICA	128
4.3	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	136
	REFERÊNCIAS	139
	APÊNDICE A – Solicitação de autorização	146
	APÊNDICE B – Termo de consentimento	147
	APÊNDICE C – Questionário individual	148

MEMORIAL

Apresento¹, no início desta dissertação, um pouco do caminho que percorri como estudante de escolas particulares na cidade de Santa Maria, (Rio Grande do Sul); como educador, desde 1988, quando concluí a graduação; e como mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS).

Filho de professora, cedo já despertava em mim o interesse em ensinar. Ainda estudante do “1º grau”, atual Ensino Fundamental, chegava em casa, arrumava o quadro-negro na estante do quarto, pegava a caixa de giz e copiava as aulas que haviam sido ministradas na escola. Nos anos seguintes, tive o irmão sentado à frente do quadro-negro, onde ensinava conteúdos, disponibilizava exercícios e simulava avaliações.

No 2º grau, atual Ensino Médio, e durante a graduação, tive dois professores de matemática que me despertaram para o interesse em estudá-la, pois eram bastante exigentes em suas avaliações em uma época em que a maioria dos estudantes, eram meros espectadores. Eles utilizavam o quadro-negro de modo correto, organizado: texto e enunciados com giz branco, resolução de exemplos e exercícios em outra cor, gráficos e fórmulas destacadas com giz colorido. Exemplos que me valeram como modelos no início de minhas atividades como docente e que, com o tempo, foram norteando meu jeito de ser e estar professor.

Concluí a graduação em matemática em 1988, na Faculdade de Filosofia Ciências e Letras “Imaculada Conceição” (FIC), em Santa Maria (RS). Cursei Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa em 1989, na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Migrei para Porto Alegre (RS) em 1990, motivado por um trabalho administrativo em uma instituição educacional.

No ano de 1993, comecei a trabalhar em uma instituição de Ensino Superior, por um período de dezesseis anos, lecionando disciplinas de matemática e estatística. Em 1994, ingressei em um colégio particular como professor de 1º e 2º e 2º graus. No mesmo ano, fui nomeado professor em uma instituição pública federal de Ensino Fundamental e Médio, escola onde hoje leciono matemática.

¹ Pelo caráter subjetivo deste memorial, optou-se pelo uso do verbo na primeira pessoa do singular. Após o memorial, utiliza-se o verbo na forma impessoal.

No início da carreira como professor, busquei cursos tendo como objetivo conhecer alternativas que me auxiliassem a despertar o interesse do estudante em aprender, contribuindo para que eu trabalhasse os conteúdos tradicionais de forma diferente. Dentre eles, lembro, no ano de 1996, os cursos de Atualização e Aperfeiçoamento em Matemática, promovido pelo Instituto de Matemática da PUCRS. Lembro que debatíamos e solicitávamos aos ministrantes a criação de um curso de mestrado em Educação Matemática em Porto Alegre, pois o mais próximo existente até então ficava em São Carlos (SP). O curso foi criado, e nele ingressei em 2010, pois, no período anterior, estava bastante envolvido com tudo o que era pertinente aos primeiros anos de vida de meus dois filhos.

No mestrado, dentre as disciplinas obrigatórias e eletivas, cursei uma cujo título era “Seminário Avançado em Educação em Ciências e Matemática: Ambientes Computadorizados de Ensino-aprendizagem”. Era ministrada pela Prof^a Dr^a Lucia Maria Martins Giraffa. Foi uma grande oportunidade conhecer o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) *Moodle*, momento que vislumbrei integrar o ensino de Matemática com uso de tecnologias, especialmente a internet e seus recursos como elementos articuladores de um processo de busca e de renovação dos métodos utilizados na sala de aula presencial. Com seu uso, eu buscava criar um novo espaço de ensino, apoio e comunicação, aproximando a escola e as atividades extraclasse que os alunos têm.

Na disciplina “Fundamentos da Educação Matemática”, ministrada pela Prof^a Dr^a Maria Salett Biembengut, descobri um caminho para despertar o interesse do estudante: a Modelagem Matemática. Naquele momento, imaginei os estudantes aprendendo a pesquisar, sendo que não se faz pesquisa sem conhecimento, me interessei por este método, por permitir ensinar os conteúdos relacionados com a realidade dos estudantes, acreditando que estudantes e professores “tornar-se-ão mais entusiastas com a possibilidade de transformar a escola, ainda que de forma lenta e gradual, para que ela venha a exercer o papel que lhe cabe na preparação do indivíduo para atuar no meio circundante” (BIEMBENGUT, 2007, p. 125).

Por considerar a necessidade de possibilitar ao estudante uma formação que desperte o interesse em aprender Matemática e acreditar que a organização curricular vigente não tem contribuído para essa formação, no presencial, busquei, em acordo com minha orientadora, um tema em que na pesquisa, possa integrar o ensino de Matemática, por meio da Modelagem Matemática, ao uso de tecnologias.

Para me inteirar, passei a aprender a pesquisar, buscar conceitos e definições sobre o tema “na identificação e estudo de pesquisas similares e recentes que não apenas darão sustentação à pesquisa que se pretende efetuar, como também permitirão justificar a pesquisa situando-a no mapa dos trabalhos já desenvolvidos” (BIEMBENGUT, 2007, p. 75).

ESTRUTURA DA PESQUISA

A estrutura desta pesquisa, baseada no Mapeamento, está dividida em quatro capítulos e organizados da seguinte forma:

- Capítulo 1 – o *mapa de identificação*: contém a apresentação da pesquisa; os alicerces que regem a Educação Matemática no Ensino Médio no Brasil, com resultados das últimas avaliações nacionais e internacionais em matemática; a abordagem do problema nas três vertentes da pesquisa: Modelagem Matemática, Interesse e Tecnologias da Informação e Comunicação; o objetivo e os procedimentos metodológicos para análise dos dados; e a estruturação da pesquisa. Divide-se em quatro partes: 1.1 *Apresentação*; 1.2 *A Matemática no Ensino Médio: Leis e Avaliações*; 1.3 *Abordagem do Problema*; 1.4 *Metodologia da Pesquisa*;
- Capítulo 2 – o *mapa teórico*: apresenta a revisão da literatura com conceitos e definições das três linhas da pesquisa: Interesse, Modelagem Matemática e Tecnologia, bem como um resumo das pesquisas acadêmicas recentes mais relevantes. Está dividido em quatro partes: 2.1 *Apresentação*; 2.2 *Literatura suporte*; 2.3 *Produções recentes*; e 2.4 *Considerações sobre o capítulo*;
- Capítulo 3 – o *mapa de campo*: indica os colaboradores da pesquisa, o local em que foi realizada, os instrumentos de coleta e didático, e a descrição dos encontros com os colaboradores. Está dividido em cinco partes: 3.1 *Apresentação*; 3.2 *Organização do processo*; 3.3 *Atividades pedagógicas*; 3.4 *Descrição da aplicação pedagógica*; e 3.5 *Considerações sobre o capítulo*;
- Capítulo 4 – o *mapa de análise*: congrega o mapa teórico e o mapa de campo, discute relações entre os resultados levantados e os conceitos e as definições que deram embasamento a esta pesquisa. Está dividido em três partes: 4.1 *Apresentação*; 4.2 *Análise da aplicação pedagógica*; e 4.3 *Conclusão e recomendações*.

Capítulo 1 – MAPA DE IDENTIFICAÇÃO

O interesse representa a força que faz mover os objetos – quer percebidos, quer representados em imaginação – em alguma experiência provida de um objetivo.

(DEWEY, 1979, p. 142)

1.1 APRESENTAÇÃO

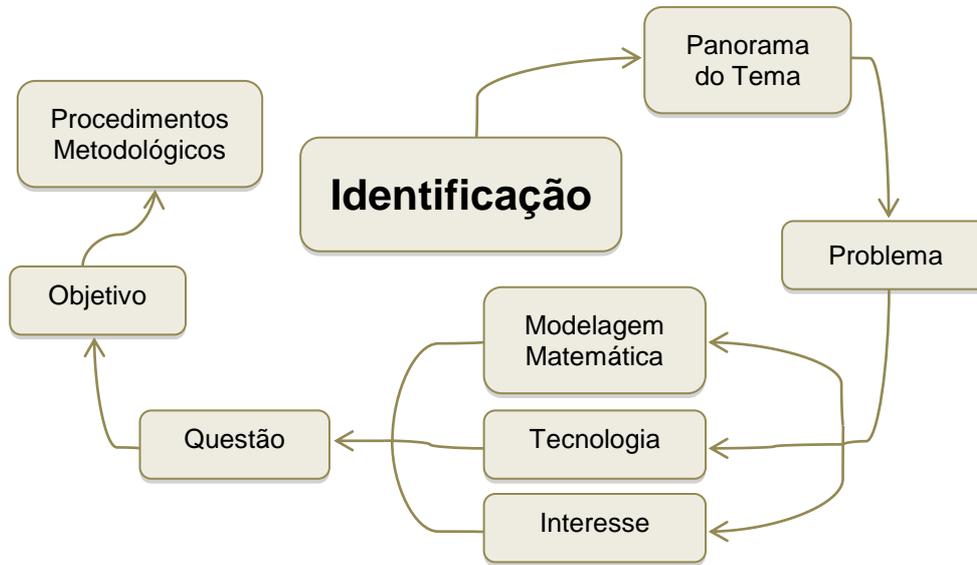
Neste capítulo, busca-se identificar o foco da pesquisa, na forma de mapa, conforme definido por Biembengut (2008), será o ponto de partida para a apresentação de um sistema descritivo e interpretativo. Trata-se de um mapa que possibilita compreender e comparar, entender determinadas informações, ir de um ponto a outro e de uma ideia a outra.

Como guia ao pesquisador, o mapa de identificação “consiste em identificar e reconhecer questões, fontes e formas segundo as quais os dados serão levantados, classificados e expressos de forma a nos permitir elaborar um sistema de explicação ou de interpretação” (BIEMBENGUT, 2008, p. 79).

No mapa de identificação, justifica-se a escolha do tema e são apresentadas as três vertentes teóricas que integradas norteiam esta pesquisa: Interesse, Modelagem Matemática e Tecnologia. Identificam-se ainda o problema e a questão decorrente, o objetivo a ser alcançado como resposta ao problema proposto, os colaboradores voluntários, e como, onde e quando foram realizados o levantamento dos dados e da teoria que subsidiará a pesquisa.

Os esquemas, os quadros e as tabelas apresentados nesta pesquisa serão denominados de mapas. Assim, no mapa 1, fica esclarecida a abrangência da pesquisa, delineando a sua estrutura.

Mapa 1 – Mapa de identificação



Fonte: Machado (2012).

A identificação é organizada em quatro partes: na primeira, a definição e a estrutura do mapa de identificação; na segunda, breve panorama sobre leis e resultados de avaliações oficiais relativas ao Ensino Médio brasileiro; na terceira, o problema definindo as três vertentes teóricas: Modelagem Matemática, Tecnologia e Interesse; e, na quarta parte, o Mapeamento como método de pesquisa e a descrição da organização dos três capítulos na sequência.

Assim, este capítulo está descrito nas seguintes partes: 1.2 *A Matemática no Ensino Médio: Leis e Avaliações*; 1.3 *Abordagem do Problema*; 1.4 *Metodologia da Pesquisa*.

1.2 MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO: LEIS E AVALIAÇÕES

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), a Lei nº 9.394, promulgada em 20 de dezembro de 1996, apresenta o sistema educacional brasileiro em todos os níveis, dispendo sobre os princípios gerais da Educação escolar, mas também sobre as suas finalidades, a sua constituição, a proveniência dos recursos financeiros a ela destinados e ainda sobre as diretrizes para a carreira dos profissionais do setor. Como legislação, a LDB vem sendo aprimorada: a quinta e última atualização ocorreu no ano de 2010.

O artigo 21 da LDB estabelece a composição dos níveis escolares em “I – educação básica, formada pela educação infantil, ensino fundamental e ensino médio; II – educação superior” (BRASIL, 2010, p. 19). A finalidade da educação básica está descrita no artigo 22, qual seja “desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores” (BRASIL, 2010, p. 19).

No Brasil, o Ensino Médio (EM), segundo o Ministério da Educação (MEC), por meio da Portaria nº 1.290, de 20 de setembro de 2011, apresentou o censo escolar de 2011 com 7.014.835 matrículas, número que se mantém quase constante nos últimos cinco anos. Os estudantes ingressam no EM com idade igual ou superior a 15 anos.

A LDB divide o currículo escolar do EM em áreas do conhecimento. As três áreas (*Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e Ciências Humanas e suas Tecnologias*) criam condições para que se desenvolva uma prática escolar de forma contextualizada, interdisciplinar, incentivando o raciocínio e a capacidade de aprender. Essas condições possibilitariam aos estudantes adquirirem conhecimento e habilidade para pô-los em prática em situações que surgirão no seu cotidiano. As proposições defendidas são que os conteúdos precisam fazer sentido ao estudante e estar relacionados às atuais demandas da sociedade.

Parece importante ressaltar que, a partir das diretrizes e bases estabelecidas na LDB, o MEC em conjunto com alguns educadores, com base em competências mínimas para a inserção dos estudantes na vida adulta, elaborou um perfil para o currículo e uma orientação aos professores na busca de novas abordagens e metodologias. Ele o fez por meio dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). A primeira versão dos documentos, dividida em volumes, foi elaborada no final da década de 90, mas adota-se, para fins de referência, a edição dos PCN para o EM com publicação em 2000.

De forma complementar aos PCN para o EM, foram publicadas em 2002, orientações educacionais complementares, intitulado PCN+ para o EM. Do seu texto, deve-se destacar a orientação no sentido de que o ensino da matemática pode contribuir para que os estudantes desenvolvam habilidades relacionadas à representação, à compreensão, à comunicação, à investigação e, também, à contextualização sociocultural.

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio, publicadas em 2006, foram elaboradas a partir de uma ampla discussão entre técnicos das Secretarias Estaduais de Educação, professores e estudantes da rede pública e representantes da comunidade acadêmica. Tem como objetivo contribuir para o diálogo entre professores e dirigentes de escolas quando o tema é a prática docente. Além disso, fica evidente uma expectativa de que os estudantes saibam usar a matemática para:

resolver problemas práticos do cotidiano; para modelar fenômenos em outras áreas do conhecimento; compreendam que a Matemática é uma ciência com características próprias, que se organiza via teoremas e demonstrações; percebam a Matemática como um conhecimento social e historicamente construído; saibam apreciar a importância da Matemática no desenvolvimento científico e tecnológico (BRASIL, 2006, p. 69).

Outro ponto interessante é o artigo 35 da LDB. Ele, por exemplo, estabelece como uma das finalidades para o EM, considerado a etapa final da Educação Básica, que os estudantes compreendam as ciências, a matemática e a tecnologia como produção, relacionando a aprendizagem teórica com a prática. Um estudante ao final do EM deve atingir, como uma das competências previstas no parágrafo 1º do artigo 36 da LDB o “domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna” (BRASIL, 2010, p. 30).

Os PCN para o EM instituem como meta principal para a formação do estudante a aquisição de conhecimentos básicos, de preparo científico e de condições para fazer uso das diversas tecnologias referentes a sua área. Sugere a necessidade de que haja “formação geral, em oposição à formação específica; desenvolva as capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização” (BRASIL, 2000b, p. 5).

As orientações educacionais complementares aos PCN+ para o EM abordam que:

O novo ensino médio, nos termos da lei, de sua regulamentação e de seu encaminhamento, deixa de ser, portanto, simplesmente preparatório para o ensino superior ou estritamente profissionalizante, para assumir necessariamente a responsabilidade de completar a educação básica. Em qualquer de suas modalidades, isso significa preparar para a vida, qualificar para a cidadania e capacitar para o aprendizado permanente, em eventual prosseguimento dos estudos ou diretamente no mundo do trabalho (BRASIL, 2002, p. 8).

Essas diretrizes encaminham a organização do currículo, em especial, na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, no entanto não alteraram o ensino e a aprendizagem na maioria das escolas de Ensino Médio. O

ensino está fragmentado, o currículo pautado em muitas disciplinas, e o tempo é insuficiente para que sejam aprofundadas. Além disso, cada uma dessas disciplinas está sob responsabilidade de um professor. Segundo Biembengut (2009), os conteúdos programáticos são extensos para que sejam cumpridos, o que dificulta aos professores da área se reunirem e prepararem suas aulas a partir de atividades que possam instigar os estudantes.

Essa interação pode ser conseguida por meio da contextualização. De acordo com os PCN (2000), contextualizar tem como característica o fato de que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto, isto é, quando se produz um conhecimento de forma contextualizada, retira-se o estudante da sua condição de espectador.

Várias são as discussões que encontramos na literatura sobre essa questão. Pais ressalta a importância da contextualização em matemática:

A contextualização do saber é uma das mais importantes noções pedagógicas que deve ocupar um lugar de maior destaque na análise da didática contemporânea. Trata-se de um conceito didático fundamental para a expansão do significado da educação escolar. O valor educacional de uma disciplina expande na medida em que o estudante compreende os vínculos do contexto compreensível por ele (PAIS, 2001, p. 27).

Para Groenwald e Filippesen, a matemática não deve ser “de forma descontextualizada, sem levar em conta que a origem e o fim da matemática é responder às demandas de situações-problema da vida diária” (GROENWALD; FILIPPSEN, 2002, p. 29). As situações-problema que os estudantes enfrentam no seu cotidiano, em geral, são interdisciplinares. Necessitam, algumas vezes, uma abordagem que envolve conhecimentos de várias áreas, de modo entrelaçado, conjunto, fazendo parte do seu universo cultural, não segmentado. Os PCN para o EM reforçam que:

Tínhamos um ensino descontextualizado, compartimentalizado e baseado no acúmulo de informações. Ao contrário disso, buscamos dar significado ao conhecimento escolar, mediante a contextualização; evitar a compartimentalização, mediante a interdisciplinaridade; e incentivar o raciocínio e a capacidade de aprender (BRASIL, 2000b, p. 4).

Os PCN também salientam quanto à contextualização dos conteúdos:

O tratamento contextualizado do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o estudante da condição de espectador passivo. Se bem trabalhado permite que, ao longo da transposição didática, o conteúdo do ensino provoque aprendizagens significativas que mobilizem o estudante e estabeleçam entre ele e o objeto do conhecimento uma relação de reciprocidade. A contextualização evoca por isso áreas, âmbitos ou dimensões presentes na vida pessoal, social e cultural, e mobiliza competências cognitivas já adquiridas (BRASIL, 2000b, p. 78).

A matemática no EM pode levar à verdadeira apropriação e ao desenvolvimento de pensamentos mais abstratos, atribuindo novos significados aos conhecimentos matemáticos e adequando-os a esses pensamentos. Dessa forma, importante lembrar que o

desenvolvimento de estratégias de trabalho centradas na solução de problemas é finalidade da área, de forma a aproximar o educando do trabalho de investigação científica e tecnológica, como atividades institucionalizadas de produção de conhecimentos, bens e serviços (BRASIL, 2000b, p. 20).

Para justificar o que preconiza os PCN, e sabendo que não são aplicados na íntegra, o MEC faz uso de avaliações de âmbitos internacional e nacional para verificar o conhecimento dos estudantes do EM no Brasil, estabelecendo comparações entre países e estados.

O Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA) é promovido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), com sede em Paris, França. É aplicado a cada três anos. A prova avalia competências em Matemática, Ciências e Leitura em estudantes de 15 anos de idade. Visa a uma melhoria nas políticas de educação. Busca oferecer qualidade à prestação de serviços e uma maior eficiência no ensino.

Com essa prova, a OCDE espera verificar a aprendizagem dos estudantes: compreende os conceitos e põe em prática conhecimentos e habilidades adquiridos na escola em situações da vida real. “Em uma economia global, a chave para o sucesso não é mais a melhoria de padrões nacionais isoladamente, mas como os sistemas de ensino apresentam-se internacionalmente” (OECD, 2010, p. 3).

Em 2009, a avaliação foi aplicada em 65 países, que representam 90% da economia mundial. Na escala global, de acordo com publicação da OCDE, de 7 de dezembro de 2010, o Brasil está classificado em 53^o lugar com 412 pontos, o que é bem abaixo da média mínima proposta pela prova, que é de 500² pontos. No mapa 2, apresentamos a comparação do desempenho de países, com China (Shangai) em 1^o lugar, o Canadá é o primeiro do continente americano; e o Chile, primeiro sul-americano.

² O PISA utiliza a Teoria de Resposta ao Item (TRI) com um parâmetro, modelo Rasch. A média aritmética das proficiências dos países da OCDE foi fixada em 500, e o desvio padrão em 100.

Mapa 2 – Comparação do desempenho de países

Classificação	País	Pontos
1 ^o	China(Shangai)	556
6 ^o	Canadá	524
43 ^o	Chile	449
53 ^o	Brasil	412
65 ^o	Kyrgystan	314
Média	OCDE	493

Fonte: OECD.

Por unidades da federação, os três primeiros classificados são: Distrito Federal (439), Santa Catarina (428) e Rio Grande do Sul (424). Na Matemática, o resultado foi pior, alcançando 386 pontos e 58^o posição na escala global.

O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), autarquia federal vinculada ao MEC, tem como missão institucional subsidiar o processo decisório das políticas educacionais, bem como promover estudos, pesquisas e avaliações sobre o Sistema Educacional Brasileiro. O Portal do MEC, <http://portal.inep.gov.br/internacional-novo-pisa-resultados>, por meio do INEP, de 7 de dezembro de 2010, divulga que, na avaliação do PISA, o Brasil atingiu 401 pontos, contrário ao publicado pela OCDE na mesma data.

Segundo dados do INEP, o Brasil foi o terceiro país que mais cresceu em pontos nas avaliações realizadas no período de 2000-2009 na escala global. Fazendo um comparativo, conforme o mapa 3, o número de pontos na prova de Matemática aumentou em 15,6%. O estado do Rio Grande do Sul apresenta uma superioridade inferior a 10,0% em relação à média nacional.

Mapa 3 – Pontuação em matemática no PISA

Ano	2000	2003	2006	2009
Brasil	334	356	370	386
RS	-	-	405	410

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas (INEP).

Em relação à dependência administrativa, de acordo com o mapa 4, as escolas públicas federais e privadas apresentam média de pontos superior à média mínima proposta pelo PISA. Se fôssemos considerar a média global no âmbito público federal e privado, o Brasil estaria classificado em 5^o e 13^o lugares, respectivamente.

Mapa 4 – Dependência administrativa no PISA 2009

	Média global	Matemática
Pública federal	528	521
Privada	502	486
Pública não federal	387	372

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas (INEP).

O MEC, por meio do INEP, promove um Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) com o objetivo de analisar o desempenho escolar e levantar dados sobre estudantes, professores e diretores para definir políticas públicas de melhoria da educação no Brasil.

O SAEB é uma prova bienal de leitura e matemática, realizada por uma amostra de estudantes de escolas das redes pública e privada. Estudantes do EM participam dessa avaliação, e o mapa 5 apresenta as médias de proficiência em matemática para a 3^a série do EM de 1995 até 2009. O desempenho médio obtido pelos estudantes oscila, ficando em torno de 280 pontos.

Mapa 5 – Médias de proficiência em matemática – Brasil – 1995-2009

Ano	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009
3 ^a Série EM	281,9	288,7	280,3	276,7	278,7	271,3	272,9	274,7

Fonte: MEC/INEP.

A elaboração das provas é feita de forma a considerar como média aceitável para a 3^a série do EM um total de 375 pontos, o que indica uma necessidade urgente de melhoria da aprendizagem de matemática no Brasil.

Embora os documentos preconizem uma formação geral, com capacidade de pesquisa, e um ensino contextualizado, com resolução de problemas do cotidiano, dados das avaliações sobre o conhecimento matemático dos estudantes permitem

verificar que a aprendizagem da Matemática tem índices preocupantes. Isso remete à falta de interesse dos estudantes. Uma possível explicação poderia se encontrar no fato de não haver interesse por parte dos estudantes em se dedicar a estudar esse componente curricular.

1.3 ABORDAGEM DO PROBLEMA

Uma das motivações para o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa reside no fato de que, no decorrer de seus 22 anos de atividade docente, o autor desta pesquisa sempre se preocupou com o baixo rendimento escolar dos estudantes de EM na disciplina de matemática, em especial, nos últimos anos, com sua experiência como professor em uma Escola Pública Federal de Porto Alegre (RS). O elevado índice de reprovação e o baixo rendimento nas avaliações sugerem desinteresse dos estudantes em sala de aula. Tem-se observado que, quando os estudantes ingressam nessa escola, mediante processo seletivo no 6^o ano do Ensino Fundamental, eles se mostram entusiasmados e interessados no estudo. Contudo, esse entusiasmo e interesse vão se perdendo com o passar dos anos e, em particular, com o ingresso no Ensino Médio.

Essa percepção é expressa também por Caldas e Hübner (2001), ao esclarecerem que o interesse e o prazer em aprender diminuem à medida que os estudantes crescem e avançam na escola.

O brilho nos olhos da criança em seus primeiros anos escolares, em sala de aula, reflete o sabor da conquista do novo. A relação com a escola parece ser interessante e vibrante. Entretanto, com o passar do tempo, esta criança vai desanimando-se, desmotivando-se, desinteressando-se e a emocionante construção de novos conhecimentos parece tornar-se um pesado fardo (CALDAS; HÜBNER, 2001, p. 72).

Observa-se “baixo grau de atenção diante do que está sendo ensinado e pouco interesse na realização de atividades ou tarefas complementares ao processo de aprendizagem” (*ibid.*, p. 72).

A mesma afirmação pode ser identificada nos dizeres de Sidman, em relação aos primeiros anos escolares, os estudantes aprendem com vontade, “os poucos aprendizes relutantes destacam-se dos outros. A partir dos graus intermediários e da escola secundária até a universidade, a balança muda; estudantes sem nenhuma vontade predominam” (SIDMAN, 1995, p. 299).

Por exemplo, nas turmas de 1^o ano do EM em que o autor desta pesquisa leciona, em torno de 50% a 80% dos estudantes não fazem as atividades que são propostas como tarefa para casa. Elas retornam em branco. Quando é dito que *vai valer nota*, esse percentual diminui. Quando consultados, os pais culpam o tempo que seus filhos ficam conectados às redes sociais. Já os estudantes culpam a falta de tempo e o excesso de atividades. Há “um número crescente de estudantes que não gostam de Matemática, não entendem para que serve estudar Matemática, não compreendem verdadeiramente a sua relevância” (ABRANTES, 1987, p. 3).

Não gostar de matemática pode ser consequência de os estudantes nunca terem tido a oportunidade de aprender, entender para que ela de fato sirva no seu cotidiano. Buscar o interesse pelo aprender matemática requer disponibilidade dos estudantes.

A palavra *interesse* tem origem do latim, literalmente “estar entre”. Em dicionários, encontra-se que interesse é um “sentimento que acompanha a atenção dirigida para um conteúdo específico” (MICHAELIS, 2007); “aquilo que convém, que importa, seja em que domínio for; empenho; curiosidade” (DICIONÁRIO, 1988); e “o que desperta a atenção” (KDICTIONARIES, 2012).

Esses estudantes, nascidos no final da década de 1980, formam a geração *Homo zappiens*, denominada assim por Venn e Vrakking (2009). Referem-se a essa geração como “uma nova espécie que atua em uma cultura cibernética global com base na multimídia” (VENN; VRACKING, 2009, p. 30). O *Homo zappiens* cresceu usando múltiplos recursos tecnológicos, faz várias atividades ao mesmo tempo: “zapeiam” o controle remoto, nevegam pela internet, acessam redes sociais e falam ao celular. As informações estão a um clique de distância, assim como qualquer pessoa que queiram contatar.

Essas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) ocupam o cotidiano desses estudantes, fazendo parte de suas vidas. “Para seus frequentes usuários, não são mais vistas como tecnologias, mas como complementos, como companhias, como continuação de seu espaço de vida” (KENSKI, 2006, p. 25). Dessa forma, as pesquisas e os próprios documentos oficiais preconizam o uso das tecnologias em sala de aula, integrando os estudantes, a tecnologia que os cerca e os conteúdos a serem desenvolvidos. Tudo isso na busca do interesse.

As Orientações Curriculares para o EM, por exemplo, ressaltam a importância das TIC no cotidiano da sociedade, exigindo pessoas capacitadas para seu uso. Ao

mesmo tempo, identifica a tecnologia como recurso para auxiliar a aprendizagem da Matemática. A forma de ensinar deve ter dois sentidos, isto é, “a Matemática como ferramenta para entender a tecnologia, e a tecnologia como ferramenta para entender a Matemática” (BRASIL, 2006, p. 87).

Para Moran, as tecnologias “permitem ampliar o conceito de aula, de espaço e tempo, de comunicação audiovisual, e estabelecer pontes novas entre o presencial e o virtual, entre o estar juntos e o estarmos conectados a distância” (MORAN, 2009, p. 12). Além do mais, elas “permitem o acesso a dados, imagens, textos de forma rápida e atraente” (*ibid.*, 2009). Assim, o professor pode transformar a sala de aula em processos contínuos de informação, comunicação e pesquisa, ambiente de investigação, adaptando os programas previstos aos interesses dos estudantes, buscando conexões com o cotidiano.

Para que o professor transforme o “estar” da sala de aula, é preciso dispor de processo e método que permitam mostrar a matemática aplicada às diversas áreas, que possam instigar o interesse dos estudantes e, ainda, integrada às TIC, que fazem parte do viver desta geração. Um dos métodos defendidos é a modelagem matemática.

A modelagem matemática, tópico da Matemática Aplicada, tem sido defendida nas últimas décadas como sendo um método de ensino e aprendizagem que instiga o estudante a relacionar os seus conhecimentos prévios com conhecimentos matemáticos adquiridos no ambiente escolar, levando-o, assim, a pesquisar um tema que seja do seu interesse. A modelagem matemática é a “arte de formular, resolver e elaborar expressões que valham não apenas para uma solução particular, mas que também sirvam, posteriormente, como suporte para outras aplicações e teorias.” (BIEMBENGUT, 2007, p. 13).

Para utilizar a modelagem matemática no ensino regular, Biembengut (1990) definiu a modelação matemática – uma adaptação do processo de Modelagem Matemática Aplicada, ao ensino regular.

De acordo com Biembengut (2009), os conteúdos programáticos na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias podem ser desenvolvidos, de acordo com os procedimentos da Modelagem Matemática, a partir da resolução de problemas das ciências e em relação a outros temas, o que propicia ao estudante aperfeiçoar a compreensão dos conceitos e estimular o interesse por assuntos do seu meio.

Por considerar a necessidade de propiciar ao estudante do EM uma formação que desperte o interesse em aprender Matemática e que a organização curricular vigente não tem contribuído para essa formação nos encontros presenciais, buscou-se na pesquisa integrar o ensino de Matemática, por meio da Modelagem Matemática, com uso de tecnologias, especialmente a internet e seus recursos, considerados elementos articuladores de um processo de busca e renovação dos métodos utilizados na sala de aula presencial. Ao fazer uso desse espaço de apoio e comunicação, aproxima-se a escola das atividades extraclasse que os estudantes têm.

Dessas reflexões, dessa realidade vivenciada pelo professor, autor da pesquisa e por tantos outros professores que partilham de semelhantes experiências, emerge a questão desta pesquisa:

Quais as possibilidades e as dificuldades em se utilizar modelação matemática por meio de tecnologia no Ensino Médio para instigar o interesse dos estudantes em aprender matemática?

Assim, o objetivo desta pesquisa é:

Analisar o interesse dos estudantes do Ensino Médio em aprender matemática por meio da modelação integrada à tecnologia.

Com o resultado do desenvolvimento dessa pesquisa, espera-se que a modelação matemática integrada à tecnologia possa despertar o interesse do estudante de Ensino Médio em aprender a pesquisar, resolvendo situações-problema do seu contexto, relacionando-as com os conteúdos curriculares de matemática aos de outras áreas do conhecimento.

1.4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Nesta pesquisa, adota-se o Mapeamento como o “princípio metodológico para pesquisa educacional” (BIEMBENGUT, 2008).

O mapeamento

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 (BIEMBENGUT, 2008, p. 74).

Segundo Biembengut (2008), o mapeamento divide-se em quatro etapas: mapa de identificação, mapa teórico, mapa de campo e mapa de análise. O mapa de identificação é este primeiro capítulo.

A construção do mapa teórico permitiu fazer a revisão na literatura disponível dos conceitos e das definições sobre os três temas: interesse em aprender, modelagem matemática na Educação Básica e tecnologias na Educação. Para isso, elaborou-se este mapa teórico em três etapas:

– Na primeira, fez-se busca das produções recentes, por meio das palavras-chave: modelagem matemática, modelagem no ensino, interesse, modelagem e tecnologia, tecnologias na educação e tecnologias da informação e comunicação. Os locais de busca foram: bibliotecas virtuais de universidades e de domínio público, livros, artigos de revistas científicas e anais de congressos, dissertações de mestrado e teses de doutorado, tais como: www.bdttd.ibict.br/ – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), www.scielo.org/ – Scientific Electronic Library (SCIELO), www.scholar.google.com/ – Google Acadêmico, www.bc.furb.br/ – Biblioteca da Universidade Regional de Blumenau (FURB), <http://www3.pucrs.br/> – Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e www.uminho.pt/estudar/bibliotecas/ – Universidade do Minho, Portugal.

– Na segunda, foram mapeados dados de pesquisas acadêmicas, identificando e reconhecendo os estudos recentes sobre temas similares ao desta pesquisa. Esses dados contribuíram para justificar a importância e a relevância da pesquisa. A partir da classificação e da primeira leitura dos resumos destas produções, foram selecionadas 23 produções (duas teses, nove dissertações e doze artigos) que formaram a base teórica para o desenvolvimento desta pesquisa.

– Na terceira etapa, buscou-se classificar e organizar as produções selecionadas, isso levando-se em conta o ano da publicação e a pertinência e a qualidade do texto. Essa rotina tinha como meta relacionar esta pesquisa às já realizadas. Foram elaborados seis mapas com essas produções: *mapa 8* – as teses e as dissertações sobre o tema do interesse; *mapa 9* – os artigos sobre o tema interesse; *mapa 10* – as teses e as dissertações sobre modelagem matemática; *mapa 11* – os artigos sobre modelagem matemática; *mapa 12* – as dissertações sobre tecnologia; e *mapa 13* – os artigos sobre tecnologia. Neles constam título, autor, instituição de ensino superior ou revista e o ano da publicação. Na sequência à apresentação dos mapas, há uma síntese das teses, das dissertações e dos artigos selecionados sobre modelagem no ensino, interesse no ensino e tecnologia na educação.

O capítulo 2, destinado ao mapa teórico, apresenta-se a descrição desse estudo.

O Mapa de campo é a reunião do levantamento, da organização e da classificação do conjunto de dados procedentes do grupo de estudantes colaboradores na pesquisa, que de acordo com Biembengut 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 (BIEMBENGUT, 2008, p.101).

Segundo Biembengut (2008), as fontes para obtenção das informações podem ser por meio de documentos ou pessoas. Para observar e desenvolver o que aqui nos propomos analisar, foi convidado um grupo de 14 estudantes da 1ª série do EM de uma escola pública federal, localizada no município de Porto Alegre (RS). Ocorreram onze encontros presenciais, em horário extraclasse e foi utilizado como meio tecnológico o *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (Moodle)*.

O levantamento de dados ocorreu por instrumentos de coleta e didático. Para a coleta foi elaborado um quadro onde eram feitas as anotações das observações dos encontros, e um questionário foi utilizado após a última semana. Foi elaborado um plano de aplicação de atividades didáticas para os encontros, envolvendo modelação matemática e os de mídia digital abrangendo tecnologia na educação por

meio das ferramentas do ambiente virtual *Moodle* (fóruns, tarefas, recursos e relatórios).

No capítulo 3, seguindo as etapas da pesquisa, o mapa de campo está descrito em três itens assim denominados: organização do processo, atividades pedagógicas e descrição da aplicação pedagógica.

No Mapa de análise, fez-se a interação entre o Mapa teórico e o Mapa de campo. Segundo Biembengut, para analisar uma 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 (BIEMBENGUT, 2008, p. 118).

Os dados empíricos, advindos da atividade pedagógica com 14 estudantes do 1º ano do EM permitiram estabelecer as categorias de análise com aporte da literatura sobre o tema interesse. Desta relação, Biembengut (no prelo) visualizou duas categorias no processo de ensino de matemática por meio da modelação, a saber: *interesse nas experiências e interesse nas relações*.

O trabalho que ora se propõe – *A interação da modelação com as TIC: uma análise no interesse dos estudantes em aprender matemática* – constitui-se como um estudo de caso com caráter qualitativo de análise de um grupo de estudantes sob um estudo de caso.

Trata-se de estudo de caso, pois segundo Yin (1994), é uma abordagem que se busca compreender, explorar ou descrever acontecimentos e contextos complexos, nos quais estão, simultaneamente, envolvidos a diversos fatores, e ainda o pesquisador busca encontrar interações relevantes. E para Bogdan e Biklen, neste tipo de pesquisa um dos instrumentos é o diário de campo. Nele são registradas as observações, ou seja, “o relato daquilo que o investigador ouve, vê, experiência e pensa no decurso da recolha e refletindo sobre os dados de um estudo qualitativo” (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p. 150).

Vale ressaltar que este estudo é de caráter qualitativo, pois, como esclarece André (1983), ao identificar as informações foi preciso saber separá-las, caracterizá-las. “É necessário o reconhecimento do papel da intuição e da subjetividade no processo de selecionar, categorizar e interpretar a informação” (ANDRÉ, 1983, p. 68). Conforme Lüdke e André (1986), a pesquisa qualitativa tem uma preocupação maior com o processo que com os resultados.

Os sociólogos Denzin e Lincoln (1994) definem que os pesquisadores qualitativistas estudam coisas em seu espaço natural, dando sentido ou interpretando fenômenos nos termos das significações que as pessoas trazem para eles. Os educadores Bogdan e Biklen explicam que esses pesquisadores “procuram entender o processo pelo qual as pessoas constroem significados e descrevem o que são estes” (BOGDAN e BIKLEN, 1998).

Nesses termos, o estudo de caso configurou-se nos dados empíricos obtidos de uma atividade pedagógica com um grupo de estudantes a partir da aplicação do projeto de construção de uma casa ecologicamente sustentável, descrição e comparação. Para a análise qualitativa dos dados coletados para identificar o interesse de um grupo de estudantes do Ensino Médio em aprender matemática por meio da modelação integrada à tecnologia, foi preciso interpretar as atitudes dos estudantes, bem como os procedimentos deles na feitura da atividade pedagógica. Vale ressaltar que os dados utilizados para esta pesquisa foram obtidos pelas interações e análises dos materiais elaborados pelo grupo de estudantes durante a realização do projeto, cuja aplicação foi toda de responsabilidade do professor, autor desta pesquisa.

Com foco no interesse dos estudantes e na aplicação de um método de ensino e aprendizagem que os instigue, recorreu-se as três vertentes teóricas que integradas sustentam esta pesquisa: Interesse, Tecnologia e Modelagem Matemática.

Capítulo 2 – MAPA TEÓRICO

*O interesse é a pedra
sobre a qual pode ser edificada
toda a psicologia – se um tal edifício é possível.*

Claparède, 1906

2.1 APRESENTAÇÃO

Neste capítulo, será apresentado o mapa teórico segundo Biembengut (2008), que consistiu em fazer a revisão na literatura dos conceitos e definições relacionadas às três vertentes teóricas: Interesse, Modelagem Matemática e Tecnologia, de forma a dar sustentação à pesquisa, permitindo esclarecer e compreender os dados levantados e, ainda, estabelecer comparações com outros trabalhos e cotejar dados.

Para este estudo, fez-se busca das produções recentes, por meio das palavras-chave: modelagem matemática, modelagem no ensino, interesse, modelagem e tecnologia, tecnologias na educação e tecnologias da informação e comunicação, por meio da internet como forma de acesso aos *sites*. Para realizar as buscas, foram utilizados: bibliotecas virtuais de universidades e de domínio público, livros, artigos de revistas científicas e anais de congressos, dissertações de mestrado e teses de doutorado, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Scientific Electronic Library (SCIELO), Google Acadêmico, Biblioteca da Universidade Regional de Blumenau (FURB), Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e Universidade do Minho, Portugal.

Esse mapa foi delineado sob dois focos: literatura suporte e produções recentes.

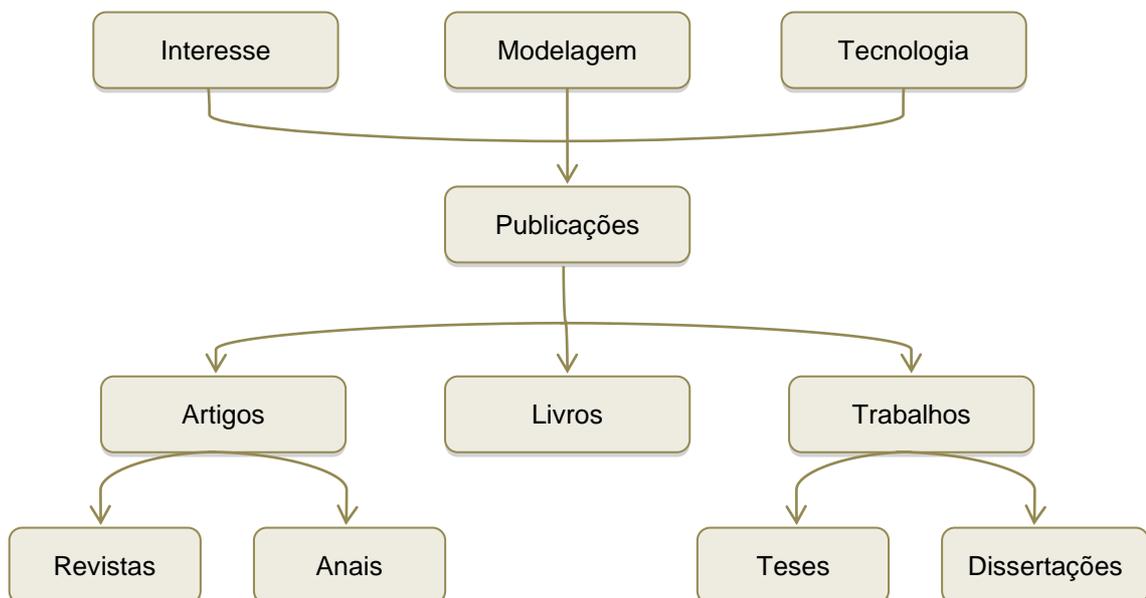
— A literatura suporte básica que valida a pesquisa subdividiu-se em três: a relativa aos temas Interesse, à Modelagem Matemática e à Tecnologia. Para construir discussões em torno do tema Interesse, basilar para a análise, teve-se por base os estudos e as produções de Johann Friedrich Herbart, John Dewey e Édouard Claparède. Para o estudo e viabilidade da experiência pedagógica, inteirou-se dos conceitos de Modelagem Matemática na Educação propostos por Rodney

Bassanezi, Maria Salett Biembengut e Werner Blum. E, finalmente, para apoiar tecnicamente as experiências, produções de Manuel Castells, Pierre Lévy, José Armando Valente e José Manuel Moran.

– Nas produções recentes, foram mapeados dados de pesquisas acadêmicas, identificando e reconhecendo os estudos mais atualizados no que concerne a temas similares ao desta pesquisa. Esses dados contribuíram para justificar a importância e a relevância da pesquisa. Buscou-se classificar e organizar as produções selecionadas; levando-se em conta o ano da publicação, e a pertinência e qualidade do texto, para assim poder situar esta pesquisa no campo das já existentes. Na sequência, foram focalizados os textos que dão embasamento teórico à pesquisa, bem como seis mapas contendo as produções selecionadas. Neles constam título, autor, instituição de ensino superior ou revista e o ano da publicação. Após os mapas, apresenta-se uma síntese das teses, das dissertações e dos artigos selecionados sobre interesse no ensino, modelagem no ensino e tecnologia na educação.

O mapa 6 reconstitui a trajetória que originou o mapa teórico.

Mapa 6 – Mapa Teórico



Fonte: Machado (2012).

Assim, este capítulo divide-se em seções assim denominadas: 2.2 *Literatura suporte*; 2.3 *Produções recentes*; e 2.4 *Considerações sobre o capítulo*.

2.2 LITERATURA SUPORTE

Apresenta-se, nesta seção, a fundamentação que sustenta esta pesquisa, referente as três vertentes: Interesse, Modelagem Matemática e Tecnologia. De acordo com Biembengut (2008), tem como objetivo esclarecer, delimitar o campo de análise e compreender os conceitos e as definições que estão na literatura disponível.

2.2.1 INTERESSE

O termo “interesse” apresenta muitos significados e conceitos, estando relacionado a uma questão emocional do indivíduo. Portanto, depende de quem ele é, a faixa etária, o lugar onde vive e como vive, entre outros. Baseado no que consta no dicionário de Filosofia, sobre interesse, de autoria de Abbagnano (1998), serão listados os conceitos que constam nas obras de Abbagnano, Kant e Hegel.

– Abbagnano (1901-1990) apresenta interesse como “a participação pessoal numa situação qualquer e a dependência que dela resulta para a pessoa interessada”.

– Kant (1724-1804) atribui interesse como a satisfação sentida pelo indivíduo ao associar o objeto ao seu prazer. Ela está interligada ao quanto se almeja o objeto de prazer. O autor explica que

Chama-se de interesse o prazer que associamos à representação da existência de um objeto. Esse prazer tem sempre relação com a faculdade de desejar, seja como causa determinante dele, seja como necessariamente atinente a tal causa. Mas, quando se trata de julgar se uma coisa é bela, não queremos saber se sua existência importa ou pode vir a importar para nós ou para qualquer pessoa; só queremos saber como julgá-la ao contemplá-la (Crít. Do Juízo, § 2).

– Para Hegel (1770-1831), é “o momento da individualidade subjetiva e de sua atividade”, ou seja, é o instante que o sujeito pratica a ação e pensa sobre os reflexos da sua prática sobre si mesmo.

A seguir, apresenta-se a concepção de interesse, segundo os teóricos Johann Friedrich Herbart, John Dewey e Édouard Claparède, por focarem a Educação.

Johann Friedrich Herbart³

Foi um dos primeiros a evidenciar o tema interesse na educação. Define a estrutura ideal do interesse pela expressão “multiplicidade”, ou seja, “o interesse se forma assim que o sujeito apreende uma ‘multiplicidade’ de objetos ‘em profundidade’ e liga os traços que esses aprofundamentos deixaram em sua memória por meio de uma ‘rememoração’ global” (HILGENHEGER⁴, 2010, p. 20).

Pelo entendimento de Herbart (1966), o interesse inicia por “objetos” e “ocupações” interessantes. Proveniente da riqueza desses, é que temos o interesse “múltiplo”. Essa multiplicidade pode ser compreendida como uma vida, rica de infinitos e diversos elementos que, enlaçados, formam uma sucessão de relações.

A formação moral é o principal objetivo da pedagogia herbartiana, pois admitia que forças externas moldavam intelectual e psiquicamente os estudantes. Para atingir o objetivo, utilizava como instrumento a instrução. A ação pedagógica era, para Herbart, constituída por três procedimentos: governo, instrução e disciplina.

— Governo: fazer cumprir regras de comportamento, impostas de fora por pais e professores.

— Instrução: momento em que o conhecimento era passado, tinha como impulsor o interesse múltiplo.

— Disciplina: torna forte a autodeterminação, depende do estudante, sendo oposto ao governo.

Os pré-requisitos da instrução, indicados por Herbart (1966), eram: a *experiência* e as *relações* anteriores. Por *experiência*, Herbart considerava os conhecimentos que tiveram origem no contato com a natureza, mas que se organizam de forma não contínua e rude, podendo produzir erros de toda ordem. Já as *relações* têm origem nas interações interpessoais, das quais surgem os sentimentos nem sempre aceitáveis, uma vez que frequentemente são censuráveis.

³ Johann Friedrich Herbart nasceu em 4 de maio de 1776 na cidade de Oldenburg, ao norte da Alemanha, e morreu em 11 de agosto de 1841 na cidade universitária de Göttingen. É considerado o pioneiro de uma psicologia experimental aplicada à pedagogia. A instrução, diz Herbart, é o “objeto principal da educação”.

⁴ Norbert Hilgenheger (Alemanha) estudou educação, filosofia, matemática e física nas universidades Colônia e Viena. Entre 1968 e 1981, lecionou filosofia e educação nas universidades de Colônia e Wuppertal. Desde 1981 é professor de *Systematic Pedagogics* na Universidade de Colônia. Suas publicações incluem *Herbart's 'Allgemeine Pädagogik' als praktische Überlegung: eine argumentationsanalytische Interpretation*.

Entende-se que o autor se utilizava do termo “instrução” como sinônimo para ensino.

A Educação torna-se múltipla, variada, de acordo com a variedade de meios, ambientes, classes sociais e profissionais necessários à sociedade. Assim, não pode ser de forma rápida, mas deve-se apreendê-la sucessivamente, afirmava Herbart (1966). Requer seguir as etapas de um processo, como preparação, apresentação, associação, generalização, aplicação, sem sobrepor uma a outra.

- Preparação: é o processo de relacionar o novo conteúdo a conhecimentos ou lembranças que o estudante já tenha, para que ele adquira interesse no assunto.
- Apresentação: demonstração do conteúdo.
- Associação: a assimilação do assunto se completa por meio de comparações minuciosas com conteúdos prévios.
- Generalização: é um processo que parte do conteúdo recém-aprendido para a formulação de regras gerais.
- Aplicação: tem como objetivo mostrar utilidade para o que se aprendeu. Só se deve avançar à próxima etapa quando se compreender a particularidade do objeto em questão.

Ele defendia que ao professor cabe dividir em partes pequenas o objeto, proporcionando a compreensão ao estudante e evitando que etapas fiquem sem o saber. As primeiras informações precisam ocorrer em acordo com a aprendizagem do estudante. O professor

não deve deixar que se perca nada, nem em intenção, nem em extensão, de que se possa reclamar depois. Seja grande ou pequena a dificuldade que isso ofereça, uma coisa sempre é clara: como são múltiplas as aspirações do homem, hão de ser múltiplos também os cuidados da educação (HERBART, 1971, p. 112).

De acordo com Herbart (1971), o ensino poderia inspirar o interesse pelo objeto, tendo como objetivo despertar o interesse sem gerar o saber. Logo, o interesse seria a ação, conduzindo por meio dela ao desejo. Além disso, apresenta a diferença entre desejo, vontade, gosto e interesse. O interesse é o foco da atenção no presente, depende-se dele para se chegar aos outros, à medida que nos demais, o foco está no futuro, no que está por vir. O interesse está no caminho entre mero espectador e agente, pois o estudante é interiormente ativo quando manifesta interesse, mas exteriormente ocioso até que o interesse se transforme em desejo ou vontade.

O *objeto* do interesse nunca se pode identificar com o que é desejado, porque o *desejo* (ao querer apropriar-se de algo) aspira a algo de *futuro* que ainda não possui. O interesse, pelo contrário, desenvolve-se com a observação e prende-se ao *presente* observado. O interesse só transcende a simples percepção, pelo fato de nele a coisa observada conquistar de preferência o espírito e se impor mediante uma certa causalidade entre as outras representações. (Herbart, 1971, p. 69, *grifos do autor*).

Em acordo com o autor, entende-se aqui também que o estudante é ativo quando tem interesse por alguma coisa e passivo sobre questões diversas, até que algo instigue seu interesse e, assim, transforme em desejo ou vontade. Nesses termos, o ensino escolar é um componente externo ao estudante, pois o foco do interesse encontra-se no objeto. O que pode gerar uma relação passiva do estudante com o que consta no programa curricular. Isso implica a necessidade de despertar no estudante o interesse pelo objeto. Resultado disso é ser esse o motivo da importância dada à multiplicidade de interesses na educação.

A teoria pedagógica de Herbart teve influência em diversos países do Ocidente e também no Japão na segunda metade do século XIX, pois baseou-se em uma escola em que não ocorria interação entre estudante e professor. Nela, o estudante recebe conhecimentos, sendo um agente passivo na aprendizagem. Esse modelo de escola herbartiana, hoje se qualifica de tradicional. Essa teoria sofreu críticas pelo seu formalismo e rigidez. Dentre os principais críticos, está John Dewey, que inicialmente pertenceu aos grupos herbartianos.

John Dewey⁵

O significado etimológico de interesse (“estar entre”), apresentado em seu livro *Vida e Educação* (1978), é a reunião da pessoa com o objeto.

Dewey (1978) apresenta três aspectos característicos relacionados ao termo “interesse”: ele é *ativo*, *objetivo* e *emocional*.

— *Ativo* ou *propulsivo*: é quando se tem um ímpeto por algo, exemplificado pela lenda *o asno de Buridan*. É a história de um asno que estava postado em um ponto equidistante a dois feixes de capim, imóvel e à espera de um incentivo externo ou morreria de fome. O autor afirma que havendo vida, há interesse. Vivo, ele não se manteria inerte, passivo, mas tomaria alguma direção. Expressa, ainda, que o

⁵ John Dewey é filósofo norte-americano que viveu de 1859 a 1952. Além de filósofo, foi psicólogo e educador e considerava haver uma relação “íntima e necessária entre os processos de nossa experiência real e a educação” (DEWEY, 1978, p. 45).

interesse como impulso não está adormecido ou à espera de uma excitação externa. Quando ele existe, estando desperto, estaria mais interessado numa direção, e não em outra.

– *Objetivo*: todo interesse tem relação direta com o objeto. Para utilizar o exemplo citado pelo autor, se pode dizer que o artista está interessado nas suas cores, nos seus pincéis e na sua técnica. Caso o objeto de interesse seja retirado, tem-se uma sensação de vazio.

– *Emocional*: para Dewey, existe uma relação direta e pessoal com o objeto, com aspectos objetivos e subjetivos. O objetivo seria o valor atribuído ao objeto, à ideia; enquanto o subjetivo estaria ligado ao lado emocional ou pessoal. É quando o “eu” toma parte em sua expressão. Dessa forma, concebe-se o interesse “como uma atividade em marcha dentro de cada um de nós, a fim de atingir um objeto, no seu julgamento de valor” (DEWEY, 1978, p. 73).

Dewey em sua obra *Vida e Educação* (1978) assume a existência de dois tipos de interesse: *interesse direto ou imediato* e *interesse indireto ou mediato*. O *interesse direto* é aquele no qual a atividade por si mesma é satisfatória, isto é, o fim é a atividade, e não o meio. Já o *interesse indireto* ocorre quando uma atividade desinteressante, repulsiva, passa a se tornar interessante no momento em que é meio para atingir um objetivo.

De acordo com Dewey (1978), o pensamento educacional de “tornar as coisas interessantes” só é válido se for considerada a teoria do *interesse indireto*. Para que a educação se torne interessante, é necessário conscientizar o estudante dessas relações, e não fazer uso de artifícios para tornar a atividade interessante. O autor critica a ideia pedagógica de que “*depois de escolhida a matéria do ensino é que cabe ao mestre torná-la interessante*” (DEWEY, 1978, p. 75, grifo do autor).

Outro tipo de interesse abordado por Dewey (1978) é o *interesse transferido*, que acontece quando existe algo que não se aprecie, que não de satisfação, mas no decorrer do processo passa a ser interessante quando olhado como meio para invocar sua atenção.

Qualquer coisa indiferente ou desagradável torna-se interessante quando vista como um meio para se conseguir um fim que já nos atraiu a atenção; ou quando vista como um meio para conseguir certos fins que nos permitam ter meios para outras atividades e resultados que se desejem. Mas, num desenvolvimento normal, o interesse em um meio não está ligado só *externamente* ao interesse no fim: mas, pelo contrário, o interesse no fim absorve, satura e transforma o interesse pelos meios, dando-lhes novo valor e nova significação (DEWEY, 1978, p. 76, grifo do autor).

Segundo Dewey (1978), os interesses são variados: “cada impulso que gere um propósito com força suficiente para mover uma pessoa a lutar pela sua realização, torna-se um interesse” (DEWEY, 1978, p. 110). Assim, o interesse marca uma identificação com a ação; e, por isso, “uma identificação de desejo, de esforço e de pensamento, do indivíduo com o objeto, sobretudo com o objeto, pelo qual se conclui determinada atividade (*fins*) e com os objetos pelos quais essa atividade se processa (*meios*)” (*ibid.*, *grifos do autor*).

O interesse é um termo que expressa uma atitude de quem toma parte em alguma espécie de atividade de forma a lhe dar uma direção:

verdadeiro interesse é o sinal de que algum material, objeto, habilidade, ou o que quer que seja, está sendo apreciado de acordo com o que atualmente concorra para a marcha progressiva de uma ação, com a qual a pessoa se tenha identificado. Interesse verdadeiro, em suma, significa que uma pessoa se identificou consigo mesma, ou que se encontrou a si mesma, no curso da ação. E daí se identificou com o objeto, ou a forma de agir necessária à prossecução feliz de sua atividade (DEWEY, 1978, p. 86, *grifo do autor*).

Baseados em Dewey e Herbart, pode-se dizer que o interesse é uma forma de compreender a relação estudante e objeto. Para Herbart, o interesse tem o foco no objeto e é passivo, enquanto que, para Dewey, o interesse é ativo, objetivo e pessoal. Entende-se como objeto os conteúdos a serem ministrados dentro das disciplinas curriculares de uma Escola. Herbart entende que o interesse é motivado por um agente externo. É necessário que o professor promova uma situação que desperte o interesse no estudante, passando a ser ativo e desejar o conhecimento. Já para Dewey, o interesse é algo interno no estudante, que emerge tendo uma direção, sendo movido por uma paixão ou desejo. “Em interesse, não há simplesmente um sentimento inerte ou passivo, mas alguma coisa de motriz, de dinâmico” (DEWEY, 1978, p. 71).

Édouard Claparède⁶

Claparède compartilhava ideias com John Dewey no que diz respeito uma ação sem interesse. Mas divergiu quanto à compreensão de como surge o interesse.

⁶ Édouard Claparède, filósofo, médico e psicólogo suíço, viveu no período de 1873 a 1940. Foi influenciado pelas ideias de Rousseau e destacou-se na oposição à educação tradicional, defendendo a tese da necessidade de se considerar o interesse da criança no processo educativo.

Para Dewey, o interesse está ligado à relação consciente do estudante com o objeto, logo resulta da ação dele próprio. Ao passo que, para Claparède, o interesse exprime uma relação do estudante com o objeto, desde que o objeto seja necessário em um momento. Algo só se torna interessante, quando se relaciona com uma necessidade do estudante, isto é, interesse “é o objeto em sua relação com a necessidade” (CLAPARÈDE, 1959, p. 56).

Segundo Claparède (1959), para satisfazer as suas necessidades, o organismo provoca a ruptura do equilíbrio, obtendo reações próprias para satisfazê-las. Necessidade é o propulsor da conduta do estudante, que visa sempre a um objeto, e não ao seu desaparecimento. Uma necessidade desaparece quando é satisfeita, e essa necessidade é rapidamente substituída por outra, tendo situações em que necessidades são satisfeitas por meio do surgimento de outras.

Para o autor:

a palavra interesse exprime bem, segundo a etimologia (inter-esse, estar entre), o papel de intermediário que o interesse desempenha entre o organismo e o meio: interesse é o fator que ajusta, que estabelece o acordo entre este e as necessidades daquele (Claparède, 1959, p. 58).

Claparède sugeriu uma educação funcional, na qual se busca desenvolver processos mentais, levando em conta o seu benefício para a ação presente ou futura, ou seja, para a vida. “A educação funcional é a que toma a necessidade da criança, o seu interesse em atingir um fim, como alavanca da atividade que lhe deseja despertar” (CLAPARÈDE, 1959, p. 1).

Para instigar a necessidade na escola, Claparède sugeriu listar o que se quer ensinar, ou o que se quer que a criança faça com os móveis naturais de atenção ou de ação. O jogo é lúdico e essencial à natureza da criança, sendo uma de suas principais necessidades. O ato de brincar possibilita harmonizar a escola à vida, propiciando ao estudante o interesse pela atividade escolar. Portanto, é a partir de uma necessidade que se cria o interesse, e o jogo é, sem dúvida, um meio para despertar o interesse. “Captar o interesse. Não está nisso o nó da arte didática? Captado o interesse, o resto vai ou quase pode ir por si só” (CLAPARÈDE, 1959, p. 218).

De acordo com Claparède (1959), são dois os meios que podem estimular o interesse do estudante na escola: o meio extrínseco, que advém de prêmios, punições, necessidades de aprovação escolar, etc.; e o meio intrínseco, que é

quando o estudante é levado a ter uma situação tal que sinta a necessidade, o desejo de aprender a realizar uma atividade proposta.

Neste contexto, e de acordo com a nova proposta de educação, o professor não será mais um transmissor de conhecimentos, mas

um estimulador de interesses, despertador de necessidades intelectuais e morais. Em vez de ser o transmissor do conhecimento, deveria auxiliar os estudantes na aquisição dos seus próprios conhecimentos possuídos por ele mesmo, ajudá-los a adquiri-los por si mesmos, através de trabalho e de pesquisas pessoais (CLAPARÈDE, 1959, p.127).

A escola seria como um laboratório por meio da qual o estudante teria a possibilidade de escolher o que estudar, conforme seu interesse e vontade. Se um professor for questionado pelo estudante, este deveria convidá-lo a pesquisar e, juntos, buscar a resposta. O professor deveria “permanecer nos bastidores, de onde organizaria a maneira mais favorável de despertar as necessidades intelectuais e sociais da criança” (CLAPARÈDE, 1959, p.196).

Dewey e Claparède criticavam a escola de seu tempo, escola tradicional que vigora até hoje. Eles compartilhavam a proposta por uma escola *ativa*, de pedagogos, denominado movimento da Escola Nova, na qual a aprendizagem pode ocorrer pela resolução de problemas. Ambos condenavam a escola dita “tradicional” vigente por considerar o estudante como receptor de informações. E assim defendiam a prioridade da educação sobre a orientação na resolução de problemas.

2.2.2 MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO

Modelagem Matemática para Bassanezi (2006) e Biembengut (2007), conforme definido no capítulo 1, é um processo dinâmico que envolve a obtenção de um modelo. Modelo “é um sistema de símbolos arbitrários, mediante os quais cooperam e atuam entre si os elementos de um fenômeno” (BIEMBENGUT, no prelo). A representação do modelo pode-se dar por meio de um desenho ou imagem, projeto, esquema, gráfico, lei matemática, dentre outras formas.

Biembengut destaca que

modelagem matemática é um método de pesquisa utilizado, em particular, nas Ciências. Os procedimentos são essencialmente: (1^o) reconhecimento da situação-problema, (2^o) familiarização com o assunto a ser modelado, (3^o) formulação do problema, (4^o) formulação de um modelo matemático, (5^o) resolução do problema a partir do modelo e (6^o) validação do modelo. Como perfaz as etapas da investigação científica, a modelagem tem sido defendida na Educação Matemática (BIEMBENGUT, no prelo)

Segundo Biembengut (no prelo), foi na década de 1970 que ocorreram debates sobre modelagem e aplicações na Educação Matemática na cena internacional. No Brasil, no final da década de 1970 e início da década de 1980, os precursores dessa prática foram Aristides C. Barreto e Rodney C. Bassanezi, que, dentre outros, deram início a um movimento pela modelagem que vem ganhando novos simpatizantes e tornando-se cada vez mais útil no cenário educacional.

Na Educação Matemática, para a modelagem matemática, encontram-se diferentes concepções e tendências, que têm sido defendidas como uma alternativa pedagógica que busca relacionar os conteúdos de matemática com situações-problema vivenciadas pelos estudantes no seu cotidiano.

Blum, Niss e Galbraith (2007), com base nas produções apresentadas nas Conferências Internacionais de Educação Matemática (ICME), e Conferências Internacionais no Ensino de Modelagem Matemática e Aplicações (ICTMA), conseguem diferenciar três fases de pesquisa, assim denominadas:

- *sugestão* (1965-1975) – sugerem que modelagem e aplicações sejam incluídas na Educação Matemática;

- *desenvolvimento* (1975-1990) – caracterizou-se pelo desenvolvimento de currículos e materiais em diversos níveis para envolver os componentes de modelagem e aplicações;

- *maturidade* (desde 1990) - estudos empíricos de ensino e aprendizado de modelagem e aplicações têm sido adicionados à ênfase teórica de pesquisas das fases anteriores.

Bassanezi apresenta a modelagem matemática como uma estratégia para facilitar a compreensão e a utilização da matemática no processo ensino-aprendizagem. Ele a define como uma “arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real” (BASSANEZI, 2006, p. 16).

Burak, com base em BASSANEZI, entende que a modelagem matemática “constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é estabelecer um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer predições e a tomar decisões” (BURAK, 1992, p. 62).

Na concepção de D’Ambrosio:

o indivíduo é parte integrante e, ao mesmo tempo, observador da realidade. Sendo que ele recebe informações sobre determinada situação e busca através da reflexão a representação, dessa situação em grau de complexidade. Para se chegar ao modelo é necessário que o indivíduo faça uma análise global da realidade na qual tem sua ação, onde define estratégias para criar o mesmo, sendo esse processo caracterizado de modelagem (D'AMBROSIO, 1986, p. 65).

A modelagem matemática propicia ao estudante estudar um tema de seu interesse, por meio de cálculos e observações, estabelecer o modelo, inferir, fazer previsões ou manipular a realidade em questão. Assim, o estudante interage com o modelo, podendo usar os seus conhecimentos matemáticos prévios, para interpretar a situação-problema, não só buscando uma resposta imediata, mas podendo fazer previsões futuras com interesse e criatividade. Dessa forma, estabelece-se um elo entre a matemática escolar e a matemática do contexto social.

Assim, promover Modelagem Matemática no ensino implica também, ensinar o estudante em qualquer nível de escolaridade a fazer pesquisa, sobre um tema de seu interesse. Assim, além de uma aprendizagem matemática mais significativa possibilita o estímulo à criatividade na formulação e na resolução de problemas e senso crítico em discernir os resultados obtidos (BIEMBENGUT, 2007, p. 11).

De acordo com Bassanezi (2006), o mais importante não é o fim, a validação do modelo, mas o processo de elaboração de um modelo no qual o conteúdo matemático vai sendo sistematizado e aplicado, fazendo uma análise e inserção no contexto sócio-cultural.

As Orientações Curriculares para o EM apresentam a modelagem matemática como um caminho para se ensinar a Matemática na escola. Adotar essa metodologia pode

possibilitar aos professores colocar em ação aulas investigativas, as quais permitem aos estudantes o rompimento do estudo baseado em um currículo linear. Eles terão uma maior chance de ampliar seu raciocínio, rever suas concepções e superar suas dificuldades. Passarão a perceber a Matemática como uma construção sócio-histórica, impregnada de valores que influenciam a vida humana, aprenderão a valorizar o processo de criação do saber (BRASIL, 2006, p. 85).

Segundo Biembengut, modelagem matemática é um método de ensino-aprendizagem, no qual estudantes participam ativamente, trabalhando com assuntos de seu interesse que fazem parte do seu cotidiano. Denomina modelagem matemática o “processo que requer da pessoa senso criativo e amplo conhecimento de matemática e da área em que a situação-problema está inserida” (BIEMBENGUT, no prelo).

Para a utilização da modelagem matemática em cursos regulares, nos quais há um programa a ser cumprido, são necessárias adaptações ao processo, sem deixar de cumprir os conteúdos pré-estabelecidos. O método que se vale da modelagem matemática em cursos regulares é denominado, por Biembengut (1990), modelação matemática. Dessa forma, assume-se modelação como “a utilização da essência do processo de modelagem em cursos regulares, como Educação Básica e Superior, em que há programa curricular a cumprir e em horários e períodos estabelecidos” (BIEMBENGUT, 1990, p. 152).

A modelação tem como orientação o ensino do conteúdo curricular e, quando necessário, também não curricular “a partir de modelos matemáticos aplicados às mais diversas áreas do conhecimento e, paralelamente, pela orientação dos estudantes à pesquisa” (BIEMBENGUT, no prelo). Além de ensinar conteúdos curriculares ou suas aplicações, a prioridade é encaminhar estudantes de qualquer nível de escolaridade a pesquisar. O fato de que “não se faz pesquisa sem conhecimento, na modelação, implica ensinar conteúdos e, ao mesmo tempo, ensinar o estudante a fazer pesquisa” (*ibid.*).

A modelação proporciona uma interação com professores de outras áreas; e, a partir dela, os conteúdos podem ser trabalhados de forma interdisciplinar, buscando-se relacionar os conteúdos previstos com assuntos do cotidiano dos estudantes. É uma alternativa educativa ao dar oportunidade para os estudantes construírem e socializarem os conhecimentos matemáticos e de outras áreas, estudados com situações-problemas.

Biembengut (no prelo) considera três concepções de modelagem matemática na Educação, assim denominadas: *método ou estratégia*, *alternativa pedagógica* e *ambiente de aprendizagem*.

– *Método ou estratégia* – os procedimentos envolvidos na modelagem têm de possibilitar ao estudante aprender matemática a partir de tópicos de outras áreas e, simultaneamente, aprender a fazer pesquisa por meio das etapas da investigação científica, já citadas nesta seção. Essa concepção é defendida por alguns precursores da modelagem matemática na Educação.

– *Alternativa pedagógica* – tem como principal objetivo a aprendizagem matemática por parte do estudante. Apresenta a modelagem como um caminho para instigar o interesse no estudante e levá-lo a aprender matemática a partir de temas do seu contexto.

– *Ambiente de aprendizagem* – foca a questão social. Os procedimentos da modelagem priorizam a apresentação da matemática como meio para refletir, discutir e analisar questões sociais.

Embora existam concepções diferentes, todas tendem a elevar o ensino e a aprendizagem matemática, estimular a interação entre professores e estudantes, bem como despertar nos estudantes o interesse pelas aulas de matemática.

Segundo Biembengut, existem dois tipos de modelagem matemática: *gráfica* e *simbólica*, representados no mapa 7.

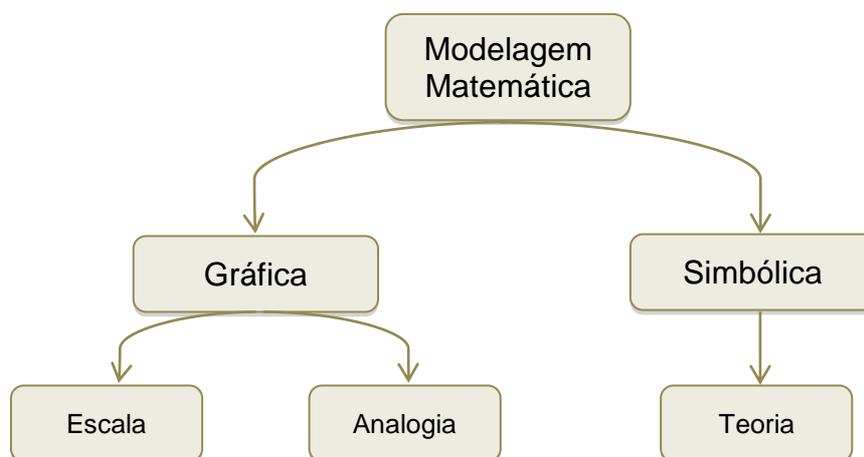
– *Modelagem matemática gráfica* – “é o processo envolvido na expressão, na reprodução e/ou na descrição de um conjunto de dados, de uma imagem, ou de um ente físico.” (BIEMBENGUT, no prelo). O modelo pode ser de *escala* (na forma de desenhos ou réplicas) ou de *analogia* (representações gráficas e algébricas).

– *Modelagem matemática simbólica* – “envolve uma estrutura teórica mais acurada e abstrata na interpretação de diversos entes físicos, químicos, naturais, dentre outros.” (BIEMBENGUT, no prelo). O modelo é apresentado na forma de teoria.

Entende-se que a modelagem matemática gráfica de escala e de analogia é a que mais está adequada ao Ensino Médio, pois dependendo do conteúdo programático, tema ou grupo pode ser utilizada somente uma delas. Com base na experiência em modelação, cabe ao professor a decisão sobre qual usar, de qual se valer.

De acordo com Biembengut (no prelo), um modelo de *escala*, quando for um *desenho*, pode ser figura, molde, projeto de edificação, dentre outros, sendo bidimensional ou tridimensional; e quando for uma *réplica*, pode ser roupa, protótipo de produto, maquete de casa, miniatura de máquina, dentre outros. Um modelo de *analogia*, quando for uma representação gráfica, pode ser o gráfico bidimensional e tridimensional, diagrama, esquema, árvore de possibilidades, curva de nível, quadro, dentre outros; e quando for uma representação algébrica, pode ser: função de uma variável, sistema de equações, matriz, lei geométrica, dentre outros.

Mapa 7 – Tipos de modelagem matemática



Fonte: Machado (2012).

Nesse contexto, assume-se a modelação matemática, proposta por Biembengut (1990), como método de ensino e de pesquisa, bem como a modelagem matemática gráfica, no desenvolvimento desta pesquisa, buscando proporcionar ao estudante melhor apreensão dos conteúdos, capacidade para ler, interpretar, representar e resolver situações-problema.

Para Biembengut (no prelo), com base no conteúdo programático a ser desenvolvido e/ou com conhecimentos prévios, pode-se elaborar um modelo ou buscar um modelo pronto de qualquer área das ciências para desenvolver o processo da modelação. Esse processo tem como base, uma situação-problema, que demanda interação entre o contexto e os conceitos matemáticos. Pode-se sintetizar os procedimentos da modelação em três fases: (1ª) *percepção e apreensão*, (2ª) *compreensão e explicação* e (3ª) *representação e expressão*. Essas três fases não ocorrem disjuntas.

As três fases da modelação, propostas por Biembengut (no prelo), podem ser assim descritas:

– (1ª) *Percepção e apreensão* – visa a incitar a percepção e o interesse do estudante em estudar um tema do seu contexto. Esse tema tem de possibilitar fazer ou refazer um modelo por analogia. As atividades procuram envolvê-los com a natureza do tema, estimulando a observação de detalhes que ainda não tenham sido percebidos. Divide-se em quatro momentos: (1) *explicação sobre o tema* – no início da aula, faz-se uma breve explicação do tema por meio de imagens, vídeo ou uma visita previamente agendada em local relacionado ao tema para uma conversa com algum especialista no assunto; (2) *levantamento de questões* – incentivar os

estudantes a formularem questões sobre o tema, abrindo caminho para a pesquisa. Caso as questões levantadas estejam fora do contexto, o professor deve fazer sugestões; (3) *seleção de questões* – selecionar uma ou mais questões que contemplem o conteúdo programático. Cabe ao professor ordená-las conforme a ordem dos conteúdos; (4) *levantamento de dados* – momento para levantar dados sobre o assunto por meio de buscas em livros ou internet ou, ainda, entrevistas com profissionais da área. Caso a escola não disponibilize meios para buscas, a autora sugere ao professor pensar numa alternativa para que os estudantes tenham acesso aos dados necessários. Nessa fase, se quer que o estudante esteja interessado pelo que percebeu e apreendeu.

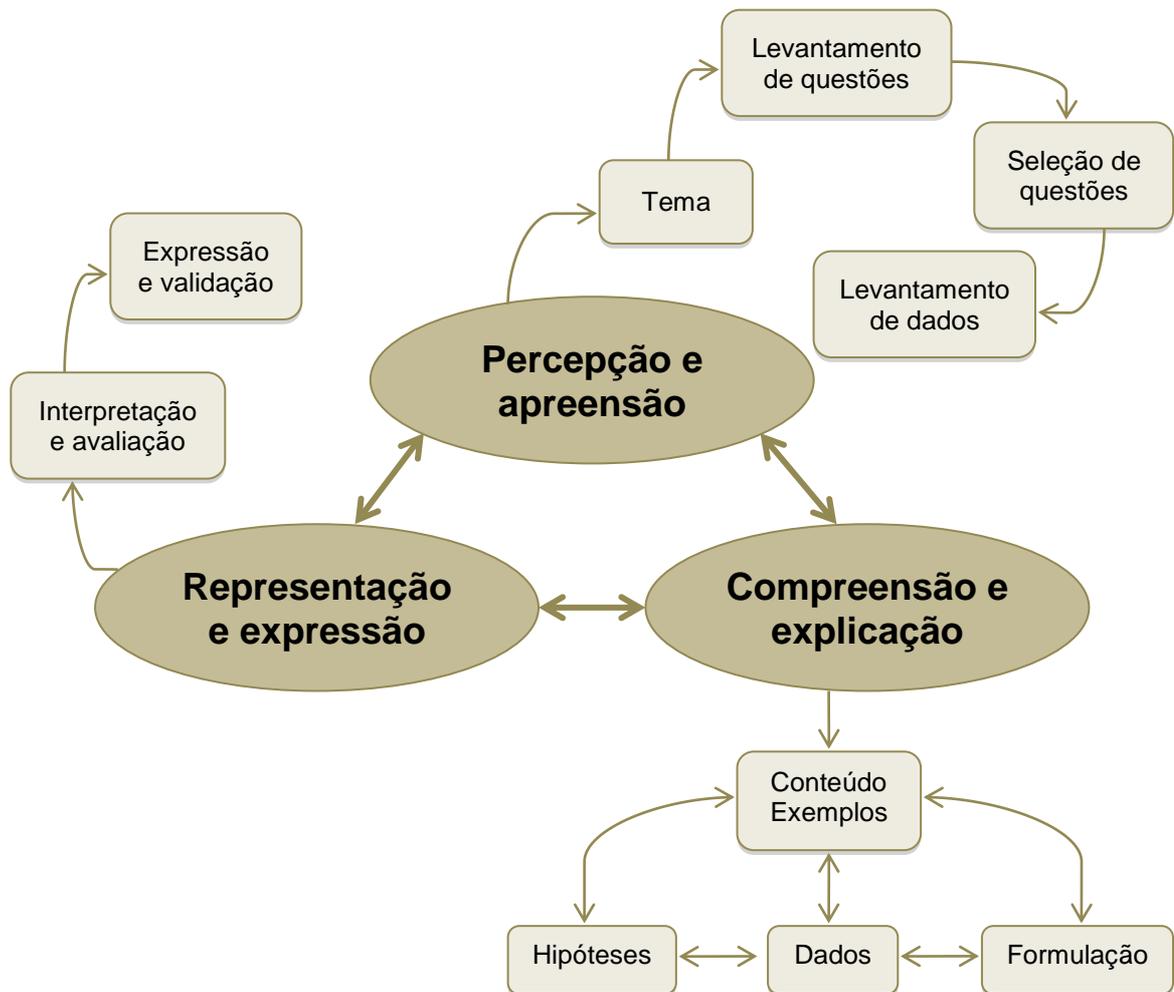
– (2ª) *Compreensão e explicação* – fase em que os conhecimentos curriculares e não curriculares de interesse dos estudantes são ensinados. Ensinar os conteúdos possibilita aguçar os estudantes a clarear os conceitos de matemática e ciências, por meio de exemplos, questionando-os oralmente, por meio de meio de gráficos de escala e ou analogia. Sugere-se os seguintes momentos: (1) *levantamento de hipóteses* – instigar os estudantes a levantar hipóteses sobre uma ou mais questões e dados selecionados, encaminhando-as ao conteúdo desejado; (2) *expressão dos dados* – organizar os dados em conjunto com os estudantes em forma de mapas, desenhos, equações ou expressões matemáticas, requerendo um conteúdo para resolução; (3) *desenvolvimento do conteúdo* – é o momento em que se apresenta o conteúdo programado, ligando-o à questão-problema; (4) *exemplificação* – mostrar exemplos semelhantes, ampliando o conjunto de aplicações; (5) *formulação* – volta-se a questão problema, encaminhando os estudantes a conceber e explicitar o processo, formular o modelo e resolver o problema com base no modelo. Ao final dessa fase, espera-se que o estudante compreenda o conteúdo programado e tenha capacidade para aplicá-lo também em outras situações similares. Se requer deles compreensão e atenção para explicitar o que lhes foi alvo de discussão. O interesse dos estudantes pode diminuir nessa fase, não atingindo o objetivo. A autora sugere propor alternativas para despertar o interesse dos estudantes, por exemplo, visita de campo, entrevista com profissionais, documentários em vídeo sobre o assunto em questão.

– (3ª) *Representação e expressão* – é a fase de resolver a situação-problema ou as questões em relação ao modelo proposto e avaliar, a fim de validá-lo ou não. Uma interpretação empírica possibilita avaliar a validade do modelo e em qual

situação se encontra para, posteriormente, analisar as contribuições desse modelo. Propõe-se dois momentos: (1) *interpretação e avaliação* – momento de os estudantes se reunirem em grupos para discutir e interpretar a solução e analisar o resultado. Com base nas formulações iniciais, comparar com os resultados matemáticos obtidos, a fim de avaliar a validade. Se possível, pode-se fazer a comprovação das informações com profissionais ou dados de pesquisa na internet; (2) *expressão e validação* – propor que os grupos apresentem os resultados uns aos outros, a fim de validar o resultado. Logo após, deve-se expressar o que foi compreendido dos conteúdos, da teoria às aplicações.

As fases da modelação podem ser sintetizadas no mapa 8, método que permite desenvolver os conteúdos programados e, ao mesmo tempo, ensinar a fazer pesquisa.

Mapa 8 – Mapa da modelação



2.2.3 TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) tratam do conjunto de meios e ferramentas tecnológicas usadas de modo integrado com um mesmo objetivo. Elas podem ser usadas em diversas áreas: indústria, comércio e educação. Nesta pesquisa, adota-se TIC como a conjugação da tecnologia computacional com a tecnologia das telecomunicações, em especial a internet, com uso para fins educativos para apoiar e melhorar a aprendizagem dos estudantes e desenvolver ambientes de aprendizagem.

Segundo Filatro as tecnologias de informação podem ser definidas “como processos de produção, armazenamento, recuperação, consumo e reutilização de informações dinâmicas e em constante atualização.” (FILATRO, 2003, p. 41). São exemplos dessas tecnologias, a “digitalização de textos, imagens, sons e movimentos, que podem ser processados aritmética e logicamente, copiados quase indefinidamente sem perda de informação e decodificados em textos legíveis, imagens visíveis ou sons audíveis” (*ibid.*).

Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a globalização econômica provocou uma acentuada transferência de conhecimentos, tecnologias e informações, ampliando as questões sociais da humanidade.

A revolução tecnológica, por sua vez, cria novas formas de socialização, processos de produção e, até mesmo, novas definições de identidade individual e coletiva. Diante desse mundo globalizado, que apresenta múltiplos desafios para o homem, a educação surge como uma utopia necessária indispensável à humanidade na sua construção da paz, da liberdade e da justiça social (BRASIL, 2000b, p. 13).

Devido a esse desenvolvimento tecnológico, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação publicou, em 2000, o *Livro Verde da Sociedade da Informação no Brasil*. Nele se preconiza a educação na construção de uma sociedade que tem como bases a informação, o conhecimento e a aprendizagem. Educar em uma sociedade de informação não é treinar pessoas para usar as TIC:

trata-se de investir na criação de competências suficientemente amplas que lhes permitam ter uma atuação efetiva na produção de bens e serviços, tomar decisões fundamentadas no conhecimento, operar com fluência os novos meios e ferramentas em seu trabalho, bem como aplicar criativamente as novas mídias, seja em usos simples e rotineiros, seja em aplicações mais sofisticadas. Trata-se também de formar os indivíduos para “aprender a aprender”, de modo a serem capazes de lidar positivamente com a contínua e acelerada transformação da base tecnológica (BRASIL, 2000a, p. 45, *grifo do autor*).

O computador é um dos meios que causou maior impacto nessa revolução tecnológica, pois permitiu que se visualizassem várias informações ao mesmo tempo, transformando, assim, o processo de aquisição do conhecimento e a concepção da informação.

São os ambientes informatizados que propiciam ampliar o conhecimento, juntamente com a grande rede de computadores, *World Wide Web* (Rede de Alcance Mundial): a internet. “A internet é a espinha dorsal da comunicação global medida por computadores: é a rede que liga a maior parte das redes” (CASTELLS, 2002, p. 431). A integração de vários modos de comunicação em rede interativa é, conforme Castells, uma transformação tecnológica de dimensões históricas que está mudando e mudará para sempre a cultura das pessoas.

Para Lévy, o “ciberespaço”, também denominado rede, é “o espaço de comunicação aberto pela interconexão mundial dos computadores e das memórias dos computadores.” (LÉVY, 2000, p. 92). O “ciberespaço” é um pretexto de que a inteligência coletiva faz uso para aumentar os conhecimentos da área de informática. A comunicação propiciada pelo “ciberespaço” auxilia no desenvolvimento da inteligência coletiva, de modo que se aprende a fazer uso dos dispositivos de informática. “O ciberespaço, dispositivo de comunicação interativo e comunicativo, apresenta-se justamente como um dos instrumentos privilegiados da inteligência coletiva” (*ibid.*, p. 29).

A escola pode aproximar o “ciberespaço” do estudante, ou seja, estabelecer uma ponte entre o estudante e o meio tecnológico, proporcionando a aprendizagem e o acesso à informática. Essas informações para a coletividade tornam-se fundamental para a cibercultura. Para Lévy, cibercultura é “o conjunto de técnicas (materiais e intelectuais), de práticas, de atitudes, de modos de pensamento e de valores que se desenvolvem juntamente com o crescimento do ciberespaço” (*ibid.*, p. 17). O autor também afirma que a função da inteligência coletiva é ser um motor propulsor da cibercultura.

A interação entre escola e cibercultura acontece quando a escola desfruta dos recursos tecnológicos desta, possibilitando ao estudante construir seu conhecimento a partir da reunião de suas experiências pessoais, escolares e de buscas na *internet*.

A comunicação via internet chega de forma rápida e com atualização instantânea. Segundo Valente, os estudantes devem ser ensinados a buscar, lapidar

e usar essa informação, ao contrário de memorizá-la. O professor passa “a ser o criador de ambientes de aprendizagem e o facilitador do processo de desenvolvimento intelectual do estudante” (VALENTE, 1993).

Neste espaço de comunicação, o professor exerce a função de orientador na presença do estudante, propondo reflexões, interpretações, juízos e discernimento na seleção das informações. De acordo com Moran, “o papel do professor – o papel principal – é ajudar o estudante a interpretar esses dados, a relacioná-los, a contextualizá-los” (MORAN, 2009, p. 30). Assim, a informação torne-se significativa quando o estudante estiver pronto e maduro para assimilar o seu real significado, incorporando-a, fazendo parte do seu contexto pessoal.

Em meio à cibercultura, o professor deve pautar a forma de ensinar, de modo coletivo, com prioridade na aprendizagem cooperativa. Conforme Lévy, na aprendizagem cooperativa, professores e estudantes compartilham as informações de que dispõem. Cabe ao professor a função de incentivar a inteligência coletiva, orientar e acompanhar o desenvolvimento do estudante no processo. Este processo finda-se quando o estudante apreende a informação.

O professor torna-se o animador da inteligência coletiva dos grupos que estão a seu encargo. Sua atividade será centrada no acompanhamento e na gestão das aprendizagens: o incitamento à troca dos valores dos saberes, a meditação relacional e simbólica, a pilotagem personalizada dos percursos de aprendizagem, etc. (LÉVY, 2000, p. 171).

Lévy descreve “um novo estilo de pedagogia” (*ibid.*, p. 158), que proporciona, simultaneamente, aprendizagens personalizadas e aprendizagem coletiva em rede, sendo o professor um animador da inteligência coletiva em vez de um fornecedor direto de conhecimentos.

Segundo Pablo, as TIC podem auxiliar na personalização do processo de acesso ao conhecimento. Propõe o ensino bimodal, que consiste em associar a aula presencial ao ensino a distância, minimizando os limites de tempo e espaço que precisa o ensino tradicional. “Trata-se de flexibilizar os processos de aprendizagem aproveitando ao máximo os recursos das tecnologias digitais como a *internet*” (PABLO, 2006, p. 73).

Como aqui nesta pesquisa o autor fez uso de um meio tecnológico, apresenta-se o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* (Ambiente de Aprendizagem Dinâmico Modular Orientado a Objeto), o *Moodle*.

O *Moodle* é um Sistema Gerenciador de Cursos distribuído livremente e disponível no endereço eletrônico www.moodle.org. Segundo Cole e Foster (2008), é um sistema desenvolvido para gestão de ensino-aprendizagem via internet, sendo inspirado na epistemologia sócio-construtivista, na qual os participantes compartilham conhecimentos, interagindo no ambiente.

Começou a ser desenvolvido em 1999 pelo educador e cientista computacional Martin Dougiamas. Sua primeira versão foi disponibilizada em 2002 e, desde então, tem sido desenvolvido colaborativamente por uma comunidade que reúne profissionais de vários países. A versão atual, disponível em um *site* desde 10 de julho de 2012, é a *Moodle 2.3.1+*.

Segundo estatísticas do *site*, o *Moodle* está presente em 215 países e instalado em 66184 servidores. O Brasil possui 4.855 registros, o que o faz ser o terceiro país com maior número de registros.

A interface do *Moodle* é intuitiva e proporciona ações que indicam uma aprendizagem significativa, com interação entre o estudante e o objeto de estudo. O estudante, para realizar suas atividades não-presenciais, pode escolher o local e o horário que quiser, pois o sistema fica disponível no servidor da escola (ou outro servidor) via internet.

2.3 PRODUÇÕES RECENTES

Apresenta-se nesta seção a síntese das publicações selecionadas referentes às três vertentes desta pesquisa: Interesse, Modelagem Matemática e Tecnologia. Foram 23 publicações: produções acadêmicas (teses e dissertações) e artigos publicados em revistas especializadas e anais de congressos, que contribuíram para corroborar o trabalho aqui desenvolvido.

A seleção deu-se por meio da leitura dos resumos obtidos nos *sites* já citados da internet, levando-se em conta, como já fora explicitado, a relevância das produções, qualidade dos textos e ano de publicação. Fez-se a identificação dos pontos relevantes, podendo organizá-los em mapas. Na sequência, elaborou-se um texto sintético sobre cada uma dessas publicações.

Segundo Biembengut, a atividade de pesquisa “trata-se de um exercício: compreender os fatos, ponderá-los, compará-los, rejeitar alguns, conservar outros,

reunir elementos que possam vir a se constituir em excepcional embasamento ao pesquisador” (BIEMBENGUT, 2008, p. 95). Ao mapear essas produções acadêmicas, dispõe-se de um vasto domínio sobre o conhecimento existente nas vertentes em questão.

A seguir, são apresentados os seis mapas elaborados, que são assim organizados: *mapa 9* – as teses e dissertações sobre interesse; *mapa 10* – os artigos sobre interesse; *mapa 11* – as teses e dissertações sobre modelagem matemática; *mapa 12* – os artigos sobre modelagem matemática; *mapa 13* – as dissertações sobre tecnologia; e *mapa 14* – os artigos sobre tecnologia.

Na sequência de cada mapa, consta a síntese dos textos, contendo os objetivos, os procedimentos metodológicos, as considerações do autor e os referenciais teóricos das produções selecionadas.

Ressalta-se que as publicações selecionadas também servem para enriquecer a literatura suporte, aproveitar o conhecimento proveniente de pesquisas realizadas e evitar a repetição de alguma.

2.3.1 TESES E DISSERTAÇÕES: INTERESSE

Mapa 9 – Teses e dissertações: interesse

TÍTULO	AUTOR	INSTITUIÇÃO	ANO
A Modelagem Matemática na escola básica: a mobilização do interesse do aluno e o privilegiamento da matemática escolar	Marli Teresinha Quartieri	Universidade do Vale do Rio dos Sinos	2012
A noção de interesse na escola nova: formulações teóricas e a interpretação de Anísio Teixeira de 1924 a 1932	Sérgio Túlio Generoso de Mattos	Universidade Federal de Minas Gerais	2008
O conceito de interesse na educação brasileira: um estudo em livros-texto e periódicos	Flávia Roberta Torezin	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	2006

Fonte: Machado (2012).

a) *A Modelagem Matemática na escola básica: a mobilização do interesse do aluno e o privilegiamento da matemática escolar*

Trata-se de uma tese de doutorado de autoria de Marli Terezinha Quartieri, publicada em 2012 pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo (RS). O texto examina os enunciados sobre Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, em especial, no que tange à noção de interesse. Está dividido em sete capítulos: 1) Modelagem Matemática: considerações iniciais; 2) Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar; 3) Os caminhos metodológicos; 4) A noção de interesse em Herbart, Dewey, Decroly, Claparède; 5) Resultados do estudo; 6) Modelagem Matemática e o privilegiamento da matemática escolar; e 7) As (in)conclusões.

A questão de pesquisa era: *Que enunciados emergem sobre o interesse nas teses e dissertações que utilizam a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, em particular, na Educação Básica?* Para responder à questão, a autora fez uma busca no portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por teses e dissertações, de Ensino Básico, versando sobre Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, encontrando 84 produções no período de 1987 a 2009. Após uma leitura inicial, selecionou para a pesquisa as produções que tinham vínculo com a noção de interesse.

Os aportes teóricos que fundamentam a investigação se vinculam às teorias de Michel Foucault e Ludwig Wittgenstein. Ainda foram utilizadas as ideias de John Dewey, Édouard Claparède, Johann Herbart e Ovide Decroly para discutir as noções de interesse; e Rodney Bassanezi, Maria Salett Biembengut, Dionísio Burak, Jonei Barbosa Cerqueira e Ademir Caldeira para Modelagem Matemática.

Para Quartieri, ao analisar as produções, verifica-se que os estudantes são livres para escolher temas de seu interesse. Disso pode-se inferir que essa liberdade é uma forma de direcionar o seu sentimento de interesse, tornando-os corresponsáveis no processo de ensino e aprendizagem de matemática. Dessa análise, emergiram três enunciados em relação ao interesse:

- *o uso de Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar requer que se tome como ponto de partida para o processo pedagógico temas de interesse do estudante;*

- o uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar torna o estudante interessado e, como consequência, corresponsável por sua aprendizagem; e,

- o uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar suscita o interesse do estudante pela matemática escolar.

A autora relata que fazer uso em sala de aula da Modelagem Matemática propicia ao estudante compreender os conceitos matemáticos, proporcionado e garantindo o envolvimento do estudante, tendo em vista que foi partícipe na escolha do tema e, conseqüentemente, dos conteúdos matemáticos a serem estudados. Não se pode esquecer que, ao final do processo de Modelagem Matemática, “objetiva-se construir um modelo matemático que é a representação da realidade” (QUARTIERI, 2012, p. 136).

A autora diz que, após o uso da Modelagem Matemática, “o que se almeja é possibilitar um olhar mais produtivo em relação à matemática escolar” (QUARTIERI, 2012, p. 177). Dessa forma, como vantagem desse método, pode-se destacar a importância da matemática escolar “na resolução de questões sociais, econômicas, biológicas..., o que acaba fazendo com que o estudante tenha interesse em estudar os conteúdos matemáticos por necessidade própria, e não por obrigação” (*ibid.*, p. 177).

b) *A noção de interesse na escola nova: formulações teóricas e a interpretação de Anísio Teixeira de 1924 a 1932*

Dissertação de autoria de Sérgio Túlio Generoso de Mattos, publicada em 2008 pela Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG). Procura discutir a noção de interesse no pensamento educacional de Anísio Teixeira. Está dividida em cinco capítulos: 1) Introdução; 2) A escola renovada; 3) Formulações teóricas da noção de interesse; 4) A noção de interesse no pensamento educacional de Anísio Teixeira; e 5) Conclusão.

O autor busca compreender alguns dos princípios que indagaram o ensino tradicional e procura aprofundar a noção de interesse em função das teorias desenvolvidas por Johann Herbart, William Harris, John Dewey, Édouard Claparède, Maria Montessori e Ovídio Decroly.

A metodologia utilizada nessa pesquisa não está descrita, pois o autor começa estudando as concepções dos teóricos, tendo a noção de interesse como destaque. Na sequência, analisa a interpretação das concepções por Anísio Teixeira.

Mattos relata ter ampliado os estudos, buscando nas obras de Dewey as origens de sua noção de interesse, embasado-a em duas teorias que se contrapunham: teoria do interesse, de Herbart, e teoria do esforço, de Harris. Percebeu, ainda, que as concepções de Teixeira tiveram influências de pensadores da Europa, como Claparède, Decroly e Montessori. Se as concepções teóricas sobre a noção de interesse causaram divergências, o mesmo não ocorreu com a noção de liberdade. Entretanto, estudos identificaram que o excesso de liberdade pode dar para a criança uma ideia de abandono, sendo prejudicial no processo educativo. Dessa forma, a noção de liberdade torna-se inseparável no estudo da noção de interesse. Teixeira atribui a incompreensão da noção de liberdade às modernas teorias da educação, que associavam liberdade a “habituar-se à liberdade de subordiná-las e controlá-las, a fim de que planos lúcidos e voluntários pudessem ser realizados” (MATTOS, 2008, p. 101).

c) *O conceito de interesse na educação brasileira: um estudo em livros-texto e periódicos*

Dissertação de autoria de Flávia Roberta Torezin publicada em 2006 pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo (SP). Busca compreender de que forma a noção de interesse tem sido tratada pela educação brasileira. Está dividida em quatro capítulos: 1) Método; 2) O conceito de interesse nos livros de referência; 3) O tratamento dado ao interesse em livros-texto de psicologia e didática e artigos de periódicos referentes ao ensino secundário; e, 4) Considerações finais.

Tendo como objetivo geral *compreender como o conceito de interesse tem sido tratado pela educação brasileira*, a autora, para garantir a abrangência do uso do conceito, estabeleceu os seguintes objetivos específicos: 1) *Verificar como o conceito de interesse é apresentado na educação em geral*; 2) *Verificar como o conceito de interesse é apresentado no ensino secundário em particular*; 3) *Verificar a inserção da Psicologia na organização do ensino secundário brasileiro por meio da relação entre interesse e educação, interesse e didática e interesse e currículo*.

Para fundamentar a pesquisa, novamente foram utilizadas as obras dos autores que se dedicaram a estudar o tema interesse: Johann Herbart, John Dewey, Édouard Claparède, Ovide Decroly, Edward Lee Thorndike, Albert Gates, Lourenço Filho e Abner de Moura, além de livros-textos sobre psicologia e didática, publicados no período de 1930 a 1960 e de artigos de periódicos referentes ao ensino secundário publicados no período de 1950 a 1960.

Torezin evidencia a forma naturalizada com que o interesse é apresentado. É “como se ele estivesse dentro de cada indivíduo, esperando para ser despertado por algum objeto, por um método eficaz ou por um bom professor” (TOREZIN, 2006, p. 74). Para aqueles que se dedicam a estudar temas relacionados à questão da didática, o interesse, como elemento importante para a aprendizagem, teve maior influência nas décadas de 1950 e 1960.

A autora relata que, muitos artigos dão ênfase a técnicas, atividades e formas de tornar a aula mais interessante, sem fazer referência às teorias e aos teóricos da área.

Torezin ressalta que a noção de interesse na educação brasileira, aproxima-se mais do senso comum, distanciando-se das noções originárias elaboradas pelos teóricos supracitados.

2.3.2 ARTIGOS – INTERESSE

Mapa 10 – Artigos: interesse

TÍTULO	AUTOR(ES)	PUBLICAÇÃO	ANO
Interesse e a Educação: conceito de junção entre a Psicologia e a Pedagogia	Odair Sass Flavia Roberta Torezin Liba	Imagens da Educação	2011
A Noção de Interesse em Projetos de Modelagem Matemática	Maria Helena Garcia Barbosa Herminio Marcelo de Carvalho Borba	Educação Matemática Pesquisa	2010
Modelagem Matemática no Ensino Fundamental: um meio de despertar no estudante o interesse em aprender matemática	Maria Salett Biembengut Ana Luisa Fantini Schmitt	Encontro Nacional de Educação Matemática	2010

Édouard Claparède (1873-1940): interesse, afetividade e inteligência na concepção da psicologia funcional	Lílian Erichsen Nassif Regina Helena de Freitas Campos	Memorandum	2005
--	--	------------	------

Fonte: Machado (2012).

a) *Interesse e a Educação: conceito de junção entre a Psicologia e a Pedagogia*

O texto é um artigo de autoria de Odair Sass e Flavia Roberta Torezin Liba, publicado em 2011 pela Revista Imagens da Educação, de Maringá (PR). Tem como objetivo discutir as principais noções de interesse difundidas no Brasil segundo os pesquisadores Johan Friedrich Herbart, John Dewey, Édouard Claparède, Ovide Decroly, Edward Lee Thorndike e Albert Gates.

Os autores limitaram-se ao conceito de interesse em cinco livros dos pesquisadores de que se valem e que se constiutem nos mais referenciados nas produções literárias da área.

Sass e Liba relatam que o conceito de interesse, com base no panorama apresentado, é visto como um componente da relação do indivíduo com o objeto levando em conta diferentes interpretações. Para Herbart, o foco da relação está no objeto, isto é, o interesse é externo ao sujeito, gerado por uma relação passiva. Em contrapartida, para Dewey, a relação é um ato social, no qual o interesse é verdadeiro quando o indivíduo, no decorrer de uma ação, concientiza-se de si pela relação com o meio. Isso equivale a conferir um papel ativo do sujeito à manifestação do interesse. Já para Claparède, o interesse é estabelecido por uma necessidade, sendo essencialmente um ato natural. As necessidades e desejos que conduzem o sujeito na ação são subjetivas. Para Decroly, o interesse também está relacionado às necessidades, não consideradas apenas biologicamente, mas também em relação ao meio ambiente, social e físico. Thorndike e Gates admitem interesse como a facilidade de o estudante se estimular nas atividades de aprendizagem, o que representa outra forma de ver a relação entre indivíduo e objeto.

Ressaltam a importância de recuperar o conceito de interesse, mostrando a diversidade no campo pedagógico apresentada nas bibliografias, a fim de “retroagir ao passado pode orientar, mediante à busca racional fundamentada na ciência, a continuar investigando as nossas ações presentes” (SASS; LIBA, 2011, p. 45).

b) A Noção de Interesse em Projetos de Modelagem Matemática

Trata-se de artigo de autoria de Maria Helena Garcia Barbosa Herminio e Marcelo de Carvalho Borba publicado em 2010 pela Revista Educação Matemática Pesquisa de São Paulo. Ele esboça um quadro teórico da noção de interesse conforme os trabalhos de Dewey e Schutz.

Os autores participam do Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM). Nele são desenvolvidos estudos sobre tecnologias da informação e comunicação com enfoque pedagógico em modelagem matemática. Fazendo coro a outros pesquisadores, relatam a importância do estudante fazer parte da escolha do tema em um trabalho com modelagem.

Na revisão de literatura, que tem por base os anais do V CNMEM, X e XI EBRAPEM, é apresentada a forma como os pesquisadores na área de modelagem concebem o interesse.

No estudo sobre a noção do interesse, com base nas experiências vivenciadas no GPIMEM, em meio à teoria de Dewey e Schutz, são apresentados relatos de uma atividade de modelagem realizada com grupos de estudantes do curso de matemática aplicada da Biologia, da UNESP de Rio Claro/SP. Com os relatos, pôde-se identificar pontos da teoria, tais como interesse direto, indireto e transferido e o verdadeiro interesse.

Segundo Herminio e Borba, o fato de se ter oferecido ao estudante o direito de escolha do tema está permitindo que ele possa decidir sobre parte do currículo a ser estudado será feito de acordo com seu interesse. Dá direito e responsabilidade de envolver-se nessa questão, fazendo com que o estudante seja parceiro de sua própria educação.

c) Modelagem Matemática no Ensino Fundamental: um meio de despertar no estudante o interesse em aprender matemática

O artigo de autoria de Maria Salett Biembengut e Ana Luisa Fantini Schmitt foi publicado em 2010 na publicação resultante do X Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM) em Salvador (BA). Apresenta os resultados parciais de uma pesquisa que integrará uma dissertação de mestrado e tem como objetivo analisar o

interesse de estudantes do Ensino Fundamental em aprender matemática por meio de Modelagem Matemática.

As autoras organizaram a pesquisa em duas fases: uma de preparação e aplicação das atividades, e outra de análise dos dados. Na primeira fase, a proposta didática era o modelo da construção de um estacionamento. Foi desenvolvido com um grupo de 50 estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola municipal em Gaspar (SC), no ano de 2009. O tema foi escolhido considerando o fato de na escola não haver um estacionamento. Na segunda fase, ocorreu a análise da pesquisa por meio da teoria do interesse de Herbart.

Biembengut e Schmitt relatam que eram estudantes dispersos e agitados. Em torno de 20% dos estudantes demonstraram interesse em aprender os conteúdos necessários para a resolução do problema proposto. Os demais permaneceram sem interesse em aprender matemática, pois não sentiam necessidade em resolver o problema do estacionamento da escola.

Concluem o trabalho ressaltando o crescimento da Modelagem e Aplicações como método de ensino e aprendizagem no mundo. Destacam que, no Brasil, as leis de ensino enaltecem que o interesse deve ser despertado no estudante e que, dentre as estratégias a serem utilizadas, encontra-se a Modelagem Matemática. Logo, verificaram que o método de ensino empregado “pode contribuir para despertar o interesse nos estudantes em aprender matemática, partindo de um tema que lhes seja atraente, tendo em vista a sua aprendizagem”.

d) *Édouard Claparède (1873-1940): interesse, afetividade e inteligência na concepção da psicologia funcional*

O artigo de autoria de Lílian Erichsen Nassif e Regina Helena de Freitas Campos foi publicado em 2005 na Revista Memorandum, de Belo Horizonte (MG). Ele apresenta uma investigação sobre os conceitos de necessidade, interesse, afetividade e inteligência em textos de Édouard Claparède.

Como recurso metodológico, foi desenvolvida uma pesquisa conceitual que focaliza a lógica interna da produção intelectual do autor e analisa a dinâmica das interações que orientam a elaboração de conceitos relevantes. Os textos de Claparède analisados são do período de 1905 a 1938.

Segundo Nassif e Campos, o saber nada mais é que um instrumento de adaptação, o qual deve ser adquirido por meio, quando houver uma necessidade. Mas, para que esta última seja satisfeita, ela mesma é quem faz surgir o interesse e a afetividade, os quais conduzirão à ação adequada.

As autoras descrevem que a necessidade de brincar permite reconciliar a escola com a vida, proporcionando ao estudante o interesse pela atividade escolar. É a partir de uma necessidade que se cria o interesse, e o jogo é a chave mestra desse processo, se constitui num meio de despertar o interesse.

O trabalho lembra o questionamento de Claparède: “como estimular o interesse e fazer do trabalho, do aprendizado, algo prazeroso? Através da Educação Funcional, e utilizando-nos do jogo, que é um recurso precioso para este fim” (NASSIF; CAMPOS, 2005, p. 102).

2.3.3 TESES E DISSERTAÇÕES: MODELAGEM MATEMÁTICA

Mapa 11 – Teses e dissertações: modelagem matemática

TÍTULO	AUTOR	INSTITUIÇÃO	ANO
O uso de Modelagem no ensino de função exponencial	Cristina Maria Brucki	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	2011
Interações discursivas e aprendizagem em Modelagem Matemática	Eliane Cristina Ferruzzi	Universidade Estadual de Londrina	2011
Modelagem Matemática no Ensino Médio: um olhar sobre a necessidade de aprender matemática	Katia Regina da Silva Korb	Universidade Regional de Blumenau	2010
Modelagem Matemática e Tecnologias de Informação e Comunicação: o uso que os alunos fazem do computador em atividades de modelagem	Fabio Vieira dos Santos	Universidade Estadual de Londrina	2008
Modelagem matemática, ensino e pesquisa: uma experiência no Ensino Médio	Luciano Stropper da Silva	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	2007

Fonte: Machado (2012).

a) *O uso de Modelagem no ensino de função exponencial*

É uma dissertação, de autoria de Cristina Maria Brucki publicada em 2011 pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo (SP). Apresenta uma atividade de modelagem para o ensino de Função Exponencial e a relação do modelo algébrico de Função Exponencial com o modelo do Termo Geral da Progressão Geométrica. Está dividida em três capítulos: 1) Modelagem Matemática; 2) Fundamentos teóricos e metodológicos; e 3) Análise das atividades do caderno do estudante sobre os conceitos necessários para a atividade de modelagem.

O objetivo era verificar se as atividades de aplicação da modelagem no ensino de Função Exponencial e a utilização da Progressão Geométrica como aprendizado prévio possibilitam de fato uma aprendizagem significativa do conceito de Função Exponencial.

Foram apresentadas duas questões de pesquisa:

- *A modelagem na sala de aula, em uma escola pública, pode levar o estudante a participar de seu aprendizado?*
- *A utilização da modelagem como metodologia de ensino pressupõe que o estudante apresente a situação a ser modelada. No caso em que é o professor que apresenta essa metodologia, ela perde suas características?*

Os autores que alicerçam a pesquisa em modelagem matemática foram Ubiratan D'Ambrosio, Rodney Carlos Bassanezi, Dionísio Burak, Maria Salett Biembengut e Jonei Cerqueira Barbosa.

Brucki pôde contar com 14 estudantes voluntários do 1º ano do EM de uma escola pública, que trabalharam em duplas. A atividade de modelagem foi desenvolvida em duas aulas de 50 minutos cada, seguindo o “caso 1” de Barbosa, no qual foram apresentados aos voluntários um texto “Radioatividade ‘Sim ou Não” e um segundo texto contendo a descrição da situação-problema, informações necessárias à sua resolução e o problema formulado, cabendo aos estudantes o processo de resolução.

No texto, a conclusão da autora é a de que a utilização da modelagem mostra vantagens para na aprendizagem, inclusive com efetiva participação dos estudantes. “A modelagem envolveu o estudante em um processo de comprometimento com a situação de aprendizagem o que despertou o interesse do estudante para com a atividade” (BRUCKI, 2011, p. 117).

b) *Interações discursivas e aprendizagem em Modelagem Matemática*

Nessa tese de doutorado defendida em 2011 na Universidade Estadual de Londrina (PR), Elaine Cristina Ferruzzi se propõe a diagnosticar características que podem oferecer subsídios para compreender o papel das interações na aprendizagem dos estudantes. Está dividida em cinco capítulos: 1) Modelagem Matemática na Educação Matemática: um contexto para a aprendizagem da matemática; 2) Interações na sala de aula e suas relações com a aprendizagem; 3) Qualidade da comunicação e aprendizagem; 4) Aspectos metodológicos da pesquisa; e, 5) As atividades desenvolvidas e suas análises.

O objetivo da pesquisa era *investigar as interações que emergem durante o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática na sala de aula*. Buscando investigar:

- *a ocorrência de interações dialógicas durante atividades de Modelagem Matemática em sala de aula;*
- *a ocorrência de interações que podem ser caracterizadas como um “diálogo”;*
- *em que medida as interações contemplam as condições elencadas por Noreen Webb para que a interação favoreça a aprendizagem;*
- *em que medida as interações contemplam as condições propostas por Anna Sfard para que a comunicação seja efetivada;*
- *papel desempenhado pelo professor na constituição dos tipos e padrões de interações;*
- *a influência das características de situações-problema tratadas pela Modelagem Matemática para a ocorrência das interações e para o tipo de interação.*

A fundamentação teórica da qualidade da comunicação para a aprendizagem baseou-se em Noreen Webb, Anna Sfard, Mortimer e Scott (2002) e Alro e Skovsmose (2006).

Os sujeitos da pesquisa foram 14 estudantes, estudantes da disciplina Matemática 2 do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, que trabalharam em grupos.

Ao analisar as atividades desenvolvidas com Modelagem Matemática, a pesquisadora relata que o desenvolvimento do trabalho oportunizou o estabelecimento de interações que favorecem a aprendizagem dos estudantes. Ela

conclui afirmando que “as atividades de Modelagem Matemática com qualidades de contexto-simulado favorecem a aprendizagem dos alunos em relação aos conteúdos matemáticos que emergem dessas atividades” (FERRUZZI, 2011, p. 212, *grifo da autora*).

c) *Modelagem Matemática no Ensino Médio: um olhar sobre a necessidade de aprender matemática*

Nesta dissertação, defendida em 2010 na Universidade Regional de Blumenau (SC) Katia Regina da Silva Korb apresenta uma análise sobre a necessidade dos estudantes aprenderem matemática. Está dividida em quatro capítulos: 1) Mapa de identificação; 2) Mapa teórico; 3) Mapa de campo; e, 4) Mapa de análise.

A questão de pesquisa era: *a modelagem matemática pode levar o estudante a ter necessidade de aprender matemática?* A pesquisa tem como objetivo geral *analisar a necessidade dos estudantes de Ensino Médio de aprender matemática por meio da modelagem matemática*, e tem, como objetivos específicos, *identificar a necessidade dos estudantes de aprender matemática e verificar como se dá a aprendizagem matemática quando se utiliza a modelagem matemática como método de ensino*.

Como suporte teórico, a autora apresenta a teoria sobre modelagem matemática segundo as ideias de Bassanezi, Biembengut, Blum, Niss e Galbraith. Para discutir sobre necessidade, ela segue Maslow, Claparède e Chiavenato.

O trabalho foi desenvolvido com duas turmas de estudantes realizando o que chamamos de dependência em matemática do Ensino Médio, pertencentes a uma escola da rede particular de ensino da cidade de Blumenau. As atividades foram desenvolvidas em dois momentos: um primeiro, no segundo semestre letivo de 2009, com seis estudantes e cuja proposta foi o tema embalagens; e em um segundo, no primeiro semestre letivo de 2010, com nove estudantes, cujo tema foi resfriamento da água. Os encontros eram semanais com duração de uma hora-aula.

Nas duas experiências, foi solicitado aos estudantes que realizassem pesquisas sobre o tema buscando informações na internet, em bibliotecas ou mesmo realizando entrevistas, sempre seguindo os passos da modelagem matemática no ensino. Os estudantes se reuniram em grupos de quatro, e as

situações-problemas estudadas tiveram como base conceitos matemáticos. Os modelos matemáticos encontrados foram formulados e testados; e, ao final das experiências, ocorreu a validação dos modelos.

Korb relata como principais ocorrências verificadas nas duas experiências:

- entusiasmo inicial dos estudantes nas atividades;
- dificuldades dos estudantes em transpor os obstáculos na realização das pesquisas;
- não cumprimento dos prazos por parte dos estudantes na entrega das tarefas, mesmo quando eram avaliados por isso;
- demonstração de prazer em trabalhar em grupos;
- realização de experiências diferentes, foi considerado positivo pelos estudantes.

A pesquisadora afirma que a modelagem matemática possibilita aos estudantes aprenderem os conteúdos matemáticos, deixando, assim, de ser meros expectadores passando a demonstrar postura ativa no processo de aprendizagem e, ainda, atendendo à satisfação de necessidades criadas no processo. “Aprender matemática por meio da modelagem matemática produz um efeito excitante, um objeto externo, que irá impulsionar a necessidade de realização ou não da atividade proposta” (KORB, 2010, p. 85).

A autora esclarece que a modelagem matemática, quando associada à necessidade, ocasiona no estudante “o rompimento do seu equilíbrio e promove situações estimulantes para os estudantes e professores durante o processo ensino/aprendizagem, pois ambos são levados a buscar meios para suprir as necessidades advindas do trabalho” (*ibid.*, p. 87).

d) *Modelagem Matemática e Tecnologias de Informação e Comunicação: o uso que os alunos fazem do computador em atividades de modelagem*

A dissertação de Fabio Vieira dos Santos, defendida em 2008 na Universidade Estadual de Londrina (PR) apresenta uma investigação sobre atividades de Modelagem Matemática mediadas pelo uso do computador. Está dividida em cinco capítulos: 1) Metodologia da pesquisa; 2) Modelagem Matemática na Educação Matemática; 3) Aprendizagem e o uso de Tecnologias de Informação e

Comunicação; 4) Contexto da Pesquisa; e 5) Descrição das atividades de modelagem e análise dos dados à luz da literatura.

A partir da problemática — *atividades de Modelagem mediadas pelo uso do computador* —, o pesquisador formulou as seguintes questões:

– *Atividades de Modelagem requerem dos alunos ações que envolvem o uso do computador como ferramenta auxiliar na resolução da situação-problema em estudo?*

– *Em que aspectos o computador, ao ser utilizado em atividades de Modelagem, pode contribuir para a aprendizagem da Matemática?*

– *Como os alunos utilizam o computador na exploração ou construção de um modelo matemático?*

O suporte teórico embasou-se em duas tendências de pesquisa em Educação Matemática: Modelagem Matemática, com os autores Bassanezi, D’Ambrósio, Araújo e Borba; e TIC, com os autores Borba, Penteado, Lévy e Tikhomirov.

O projeto foi desenvolvido com um grupo de nove estudantes do curso de Licenciatura em Matemática na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, cuja carga horária de 40 horas deu-se em horário alternativo e era dividida em 14 encontros. Concluíram o projeto cinco estudantes.

Durante as atividades, foram utilizados os *softwares* *Modellus 2.5*, *Maple 7*, *Curve Expert* e *Excell*, pelo fato de apresentarem características diferentes. Algumas atividades tiveram o tema proposto pelo pesquisador. Em outras, o tema fora escolhido pelos próprios estudantes.

Santos afirma não poder garantir se realmente ocorreu aprendizagem dos conteúdos trabalhados, mas as TIC associadas à Modelagem Matemática como alternativa pedagógica oportunizaram aspectos importantes relacionados ao processo de ensino e aprendizagem de Matemática, presentes nas atividades de Modelagem, tais como a visualização das diferentes formas de representação, a possibilidade de simulação e a relação não-linear dos conceitos.

O autor relata ainda que “a Modelagem Matemática emerge como uma alternativa pedagógica que pode contribuir para a introdução do computador nos processos de ensino e de aprendizagem de Matemática” (SANTOS, 2008, p. 147). Por fim, de seu trabalho, vale ressaltar que a associação da Modelagem Matemática com as TIC, em especial o computador, “favorece a compreensão e estimula atividades de simulação, contribuindo para o desenvolvimento da criatividade no que

diz respeito à busca por soluções para problemas que a sociedade atual pode colocar” (*ibid.*, p. 150).

e) *Modelagem matemática, ensino e pesquisa: uma experiência no Ensino Médio*

A dissertação de Luciano Stropker da Silva, defendida em 2007 na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul,(RS) apresenta os resultados de uma pesquisa realizada junto aos estudantes de duas turmas de primeira série do Ensino Médio de um colégio de Porto Alegre (RS). Está dividida em cinco capítulos: 1) Introdução; 2) Pressupostos teóricos; 3) Metodologia; 4) Descrição e análise das atividades; e, 5) Considerações finais.

A pesquisa busca responder o seguinte problema: *Como situações de ensino orientadas por meio da Modelagem Matemática podem influenciar, de forma significativa, na construção dos conhecimentos dos estudantes do Ensino Médio?* Decorreram do problema as seguintes questões de pesquisa:

- *Como o trabalho em modelagem matemática pode provocar modificações na prática de todos os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem?*
- *Como se dá a transposição dos problemas reais para os conceitos matemáticos?*
- *De que modo a participação na seleção de temas a serem trabalhados pode ser um aspecto significativo na aprendizagem dos estudantes?*
- *Como o estudante avalia o seu desempenho nas atividades propostas?*

Foi estabelecido, como objetivo geral, *investigar as possíveis mudanças que a modelagem pode proporcionar na forma como o estudante vivencia a Matemática escolar*. Os pressupostos teóricos que dão sustentação à pesquisa em modelagem matemática são as ideias desenvolvidas em trabalhos de Bassanezi, Biembengut e Barbosa.

O tema a ser trabalhado surgiu quando os líderes da turma de 1º ano do Ensino Médio estavam divulgando informações para seus colegas sobre a Festa Junina de 2006 realizada na escola. A partir de alguns questionamentos que surgiram, o assunto se transformou em tema de pesquisa.

Silva relata que percebeu nas observações, na análise do questionário e durante as aulas que a atividade propiciou um *olhar* diferenciado em relação à

matemática, possibilitando que se empregassem conteúdos estudados em um problema real.

O autor descreve que a tese de comprovação na modelagem, assim como na ciência, é um processo inacabado, podendo-se sempre evoluir, aprimorando-se conhecimentos. “E é justamente nesta busca, na interação sujeito-objeto, na construção e reconstrução de ideias que poderemos chegar mais próximos das verdades em movimento” (SILVA, 2007).

2.3.4 ARTIGOS – MODELAGEM MATEMÁTICA

Mapa 12 – Artigos: modelagem matemática

TÍTULO	AUTOR(ES)	PUBLICAÇÃO	ANO
Concepções e Tendências de Modelagem Matemática na Educação Brasileira	Maria Salett Biembengut	Conferencia Interamericana de Educación Matemática	2011
Modelagem matemática: uma metodologia para o ensino de progressões aritméticas e progressões geométricas na disciplina de fundamentos da matemática elementar	Mônica Giacomini	Encontro Nacional de Educação Matemática	2010
Tecnologias digitais e percepção da realidade: contribuições para a modelagem matemática	Rodrigo Dalla Vecchia Marcus Vinicius Maltempi	Encontro Nacional de Educação Matemática	2010
Uma experiência com a essência da modelagem matemática através da construção de maquete	Antonio Marcos Haliski Sani de Carvalho Rutz Luiz Alberto Pilatti	Simpósio Nacional de Educação de Ciência e Tecnologia	2009

Fonte: Machado (2012).

a) *Concepções e Tendências de Modelagem Matemática na Educação Brasileira*

O artigo de autoria de Maria Salett Biembengut, publicado em 2011, na publicação resultante da XIII Conferencia Interamericana de Educación Matemática

(CIAEM), ocorrida em Recife (PE), faz o mapeamento das produções brasileiras de Modelagem Matemática e identifica a concepção e a tendência de Modelagem Matemática no Ensino Médio dos autores.

O mapeamento busca identificar e se inteirar das publicações em anais de congressos; classificar e organizar os enfoques: *práticas pedagógicas* e *ensaios teóricos*; e analisar, por enfoque, as concepções e tendências de Modelagem Matemática. No período de 1979 a 2008, foram identificados 812 trabalhos publicados com ênfase na formação de professores de Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Para esse mapeamento, que trata da Modelagem Matemática no Ensino Médio, foram analisados 64 artigos completos apresentados em 13 congressos ocorridos entre 2003 e 2008 e posteriormente publicados.

Na identificação das concepções e das tendências de Modelagem Matemática, a partir das problematizações levantadas nos artigos, Biembengut discutiu alguns princípios como referência para apreciação e análise: motivação dos autores, atividade e tema, conteúdos matemáticos indicados e referências e considerações de Modelagem Matemática.

A aplicação matemática a partir de um tema de interesse dos estudantes foi a concepção escolhida pelos autores, tendo como norma comum: “tornar os estudantes mais interessados nas aulas de matemática a partir do que eles entendem, vivenciam e podem compartilhar, seja baseados em seus conhecimentos prévios, seja em suas crenças” (BIEMBENGUT, 2011, p. 8).

b) Modelagem matemática: uma metodologia para o ensino de progressões aritméticas e progressões geométricas na disciplina de fundamentos da matemática elementar

O artigo de autoria de Mônica Giacomini, publicado em 2010, na publicação resultante do X Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM), que ocorreu em Salvador (BA), relata uma experiência em sala de aula que teve por objetivo investigar como a modelagem matemática pode ser aplicada em várias situações de ensino-aprendizagem, com a intenção de estimular os estudantes e professores de matemática a desenvolverem uma prática pedagógica diferenciada da tradicional.

O problema apresentado foi a investigação da modelagem matemática como uma metodologia para o ensino de Progressão Aritmética e Progressão Geométrica

desenvolvido com um grupo de estudantes que cursavam a disciplina de Fundamentos da Matemática Elementar do primeiro ano do curso de Matemática da Unicentro/Campus de Irati (PR). A pesquisa realizou uma abordagem qualitativa.

Inicialmente os estudantes realizarem leituras de textos sobre modelagem matemática, as quais serviram de base para fundamentar o trabalho. Visando a aplicar os conteúdos de Progressão Aritmética e Progressão Geométrica, a professora propôs o tema *A produção de mel*. Na sequência, seguiram as etapas da modelagem matemática descritas por Burak (2004).

Na segunda atividade, os estudantes, em grupos de três ou quatro, tiveram a oportunidade de escolher o tema, elaborar situações-problema, realizaram investigações sobre o assunto em questão, o que contextualizava os conteúdos matemáticos enfocados e contribuía para uma aprendizagem significativa, conforme o interesse, empenho e dedicação de cada grupo.

Giacomini descreve algumas situações que dificultaram o trabalho com a modelagem: escassez do tempo para a realização das atividades que se mostraram extensas, preocupação dos estudantes com o cumprimento do programa pré-determinado e com o fato de a modelagem ser um ato complexo, pois trata de questões reais. Entretanto, por meio dessa metodologia de ensino, “vislumbram-se possibilidades de aproximar a realidade escolar da realidade social, tão necessária para que o estudante alcance uma aprendizagem significativa, que possa contribuir para sua formação integral” (GIACOMINI, 2010, p. 10).

Por meio da coleta de dados, pode-se constatar que a modelagem matemática no ensino permite “despertar no discente interesse por assuntos de matemática. Isso porque o discente tem a oportunidade de estudar situações-problemas por meio de pesquisa, desenvolvendo seu interesse e aguçando seu senso investigativo e criativo” (*ibid.*, p. 1).

c) *Tecnologias digitais e percepção da realidade: contribuições para a modelagem matemática*

O artigo de autoria de Rodrigo Dalla Vecchia e Marcus Vinicius Maltempi foi publicado em 2010 por ocasião do X Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM), realizado em Salvador (BA). A Modelagem Matemática é vista como se referindo a um problema, e a essência dessa tendência parece se dar quando o

“lugar” desse problema é a realidade, colocando em evidência dois elementos que se destacam: *problema e realidade*.

A *modelagem do movimento da corda* é um trabalho realizado a cada semestre na disciplina de Laboratório de Matemática Aplicada da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA) com estudantes do curso de Engenharia. Consiste na proposta de modelagem do movimento de um ponto específico de uma corda que é balançada por dois estudantes, criando um movimento constante de ondulação. Possibilita abordar translações e rotações das funções trigonométricas básicas (seno e cosseno), bem como trabalhar com as noções de período. Além disso, a função resultante relata a posição do ponto fixado na corda em relação ao tempo. Assim, se dá um aprofundamento nas ideias de velocidade e aceleração a partir de uma abordagem com enfoque do cálculo integral e diferencial.

Foram utilizados como materiais para desenvolver o experimento uma corda de aproximadamente três metros, uma filmadora, uma régua ou fita métrica, um computador e um *software* que permitia leitura de filmagem, como, por exemplo, o *Windows Movie Maker*.

Não existiam etapas pré-determinadas para a construção do modelo. O professor mostrava o movimento a ser analisado. Os materiais estavam sobre uma mesa, e cabia aos estudantes relacioná-los ao experimento. Dessa forma, o processo dependia da atitude dos estudantes, variando de turma para turma.

Segundo Vecchia e Maltempi, o movimento da corda ocorre em um intervalo de 0,8s. A realidade que o computador proporciona, a atualização do tempo se de maneira diferenciada, facilitando a coleta de dados. Ao perceber a corda em uma realidade diferente da realidade física, se fez presente, de maneira marcante, a característica tempo.

Com a contribuição do mundo cibernético, nos dois elementos enfatizados (problema e realidade) a ideia de real assumida tornou possível pensar em uma multiplicidade de realidades. A experiência possibilitou também visualizar que “o mundo cibernético pode ser pensado como real, uma vez que atinge a dimensão humana e as dimensões de tempo e espaço. Porém, diferentemente da realidade física, as características tempo espaço se mostram distintas” (VECCHIA; MALTEMPI, 2010, p. 9).

Os autores relatam que as particularidades do mundo que envolve o computador colaboraram para o ambiente da modelagem matemática, em especial o

tempo do movimento da corda. Dessa forma, destaca-se o quanto “as tecnologias podem alterar a percepção da realidade, contribuindo assim para aspectos referentes às atividades de Modelagem Matemática” (*ibid.*, p. 9).

d) *Uma experiência com a essência da modelagem matemática através da construção de maquete*

O artigo de autoria de Antonio Marcos Haliski, Sani de Carvalho Rutz e Luiz Alberto Pilatti, publicado em 2009, por ocasião do I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, realizado em Ponta Grossa (PR), apresenta uma experiência aplicada em sala de aula a partir do uso da essência da Modelagem Matemática, a Modelação, a qual tem por objetivo aplicar os conteúdos teóricos da disciplina de forma contextualizada, desenvolvendo atividades práticas por meio da confecção de maquete, viabilizando a aprendizagem significativa.

A justificativa do artigo foi *verificar se a metodologia dessa tendência no ensino da matemática traria aprendizagem significativa*. Dessa forma, foi preciso adotar metodologias diferenciadas entre duas turmas do 1^o ano do Ensino Médio. Na turma A, desenvolveram a teoria e a prática (construção da maquete) pelo processo Modelação e, na turma B, adotaram o método tradicional de ensino (somente teoria). Nas duas turmas, os mesmos conteúdos teóricos foram ministrados. Nesse contexto, foi aplicada a pesquisa de cunho qualitativista para comparar e inferir o aprendizado entre elas.

Os estudantes apresentaram para a comunidade escolar, por meio *software* computacionais livres, maquete em 3D e montagem de fotos de todo o processo. Comparando as turmas, verificou-se que a turma que recebeu conteúdos de maneira tradicional apresentou dificuldades em assimilar os conteúdos seguintes. Foi observada a falta de exemplos concretos para mostrar e analisar.

Os autores concluíram relatando que “no método tradicional, a relação professor-aluno ficou mais ‘distante’. Em linhas gerais o aluno ficou como um mero receptor de teoria. Já na turma que trabalhou a teoria e a prática, ocorreu uma relação mais próxima, com maior envolvimento” (HALISKI; RUTZ; PILATTI, 2009, p. 1207). Quanto à modelação, descreveram que “a experiência foi válida porque permitiu analisar métodos diferentes no ensino da matemática. Isso permitiu mostrar

aos estudantes a importância e a presença da matemática no cotidiano, assim como a relevância de trabalhar a teoria e a prática” (*ibid.*, p. 1208).

2.3.5 DISSERTAÇÕES: TECNOLOGIA

Mapa 13 – Dissertações: tecnologia

TÍTULO	AUTOR	INSTITUIÇÃO	ANO
Moodle e Geogebra como apoio virtual ao ensino de trigonometria segundo a nova proposta curricular do estado de São Paulo	Anderson Luiz de Aguiar	Universidade Federal de São Carlos	2011
Utilizando uma sala de aula virtual como apoio ao ensino de funções	Jakciana Velho Pasini	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	2010
O Papel das Tecnologias da Informação e Comunicação nos Projetos de Modelagem Matemática	Leandro do Nascimento Diniz	Universidade Estadual Paulista	2007

Fonte: Machado (2012).

a) *Moodle e Geogebra*⁷ como apoio virtual ao ensino de trigonometria segundo a nova proposta curricular do estado de São Paulo

A dissertação de autoria de Anderson Luiz de Aguiar, defendida em 2011 na Universidade Federal de São Carlos (SP), apresenta o desenvolvimento, a aplicação e a avaliação de um Ambiente Virtual de Aprendizagem cuja função era servir de apoio ao ensino de trigonometria segundo a Proposta Curricular do Estado de São Paulo. Está dividida em seis capítulos: 1) Introdução; 2) As Ferramentas; 3) A Proposta Curricular Paulista; 4) O Ambiente Virtual – Atividades; 5) Análise do Ambiente Virtual; e, 6) Considerações Finais.

O objetivo geral era desenvolver um ambiente virtual de aprendizagem com forte utilização do *Geogebra* na forma de visualizadores com objetos manipuláveis, tendo como plataforma de trabalho o sistema *Moodle*. Tinha como objetivo

⁷ *Geogebra* é um *software* livre, desenvolvido pelo austríaco Markus Hohenwarter, tendo sua versão 1.0 apresentada em 2002. Este *software* educacional possibilita integrar funcionalidades de geometria, álgebra e cálculo de forma dinâmica, com utilização de tabelas e gráficos.

específico auxiliar nas atividades de ensino de trigonometria a estudantes do 1º ano do ensino médio, que tem como sistema educacional a proposta curricular paulista.

O autor fundamentou sua pesquisa na área de tecnologias de informática levantando questões apontadas por Valente, Papert e Moran, e pela nova Proposta Curricular do Estado de São Paulo por Fini. O público-alvo constitui-se de estudantes da 1ª série do ensino médio da rede estadual paulista, da Escola Estadual Newton Prado, localizada na cidade de Leme (SP).

Aguiar apresenta, como proposta de trabalho paralelo e complementar ao material didático oferecido aos estudantes pelo governo do Estado, o ambiente virtual *Moodle*. Ele é composto por um módulo introdutório que concentra fórum de notícias, fórum para tirar dúvidas e glossário. Os módulos de cada assunto contém a atividade *lição* com uma coleção de páginas contendo a teoria do módulo e questões que avaliam o desenvolvimento do tema abordado. A nota relativa a cada módulo é obtida pela média aritmética das atividades *lição* e *simuladinho* (questionário formado aleatoriamente a partir de um banco de questões, finalizando as atividades desenvolvidas no módulo).

O autor relata como dificuldades encontradas no processo a qualidade da conexão de *internet* e o fato de a nota ao final de cada módulo não poder ser individual, tendo que ser em duplas, pois o número de computadores atendia a somente a metade do efetivo das turmas. Quanto ao *Moodle*, o autor destaca que possui uma *interface* intuitiva e amigável, permitindo diversas atividades em uma mesma aula: fóruns, lições, questionários, pesquisas, entre outros. O *feedback* oferecido pela atividade *lição* é importante para que o estudante revise suas falhas e conclua a proposta com êxito. “O *Moodle* apresentou e possibilitou a autonomia e redefinição do aluno como protagonista de sua aprendizagem na maior parte das situações” (AGUIAR, 2011, p. 148). Como metodologia diferenciada, foi perceptível o estreitamento da relação entre professor e estudante, influenciando na qualidade das atividades.

Para Aguiar, o foco do trabalho era a aprendizagem do estudante com o efeito de desenvolver as atividades, mas também possibilitou motivar o professor em uma proposta produtiva e significativa.

b) *Utilizando uma sala de aula virtual como apoio ao ensino de funções*

Jakciana Velho Pasini, na sua dissertação,, defendida em 2010 na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS), buscou investigar as contribuições do ensino de funções, tendo como base materiais digitais, por meio do ambiente virtual *Moodle*, sendo atividades complementares à sala de aula presencial. Está dividida em: 1) Introdução; 2) Referencial Teórico e Revisão de Literatura; 3) O Desenvolvimento da Pesquisa; e 4) Considerações Finais.

O objetivo geral era investigar quais são as contribuições ao ensino de funções quando da utilização de uma sala virtual na plataforma *Moodle* como elemento articulador e complementar das atividades realizadas na sala de aula tradicional (presencial).

A autora fundamentou sua pesquisa no ensino de funções, tendo como ponto de partida Mendonça, Oliveira, Tinoco, Lima e Bueno; e, no ensino de Matemática e Tecnologias, Tajra, Lévy, Morin, Moran, Borba, Penteado, Veen e Vrakking. As concepções de aprendizagem seguiam as ideias de Vygotsky.

A pesquisa teve uma abordagem metodológica qualitativa, buscando indicadores no aspecto quantitativo para uma análise quantitativa. A coleta dos dados deu-se no Laboratório de Informática de uma escola particular no município de Montenegro, Rio Grande do Sul, na forma de oficina sobre o estudo de função, com estudantes de 8ª série do Ensino Fundamental, em horário contrário ao regular. Foram oito encontros de dois tempos de 50 minutos cada.

Pasini descreve como fez a busca na internet dos assuntos: função, *software* e jogos *online*, utilizados para elaborar as atividades. As atividades foram desenvolvidas com o uso de textos de *sites* sugeridos para leitura, fóruns, *chats*, vídeos, questionários, jogo *online* sobre interpretação de gráficos, *software Graph*, dentre outras. Todas eram ambientadas na plataforma *Moodle*.

Com relação à escola, relata que os três professores de matemática que participaram da explanação inicial do projeto foram convidados a participar da oficina, presencialmente ou virtualmente, e da mesma forma a direção e o setor pedagógico. A pesar disso, eles não compareceram de nenhuma forma às atividades e nem responderam ao questionário no ambiente virtual.

A pesquisa mostrou o quão rica é a internet em recursos, que pode ser utilizada como busca de material digital a ser apresentado ao estudante ou

aproveitada como ferramenta na sala de aula para uso do professor e do estudante.

A autora descreve que os estudantes encontraram semelhanças positivas entre a plataforma *Moodle*, por meio de fóruns e *chats*, com as redes sociais que utilizam para se comunicar. Ela observou dois grupos: o daqueles que se sentiram mais à vontade para trocar informações e tirar dúvidas das atividades pelo meio virtual, e outros dos que pensam que se expressar nesses ambientes pode ser constrangedor, pois todos os colegas poderiam ver o que haviam escrito. Esses deixavam de tirar dúvidas e, em situações de ter de postar algo nos fóruns, primeiro se certificavam com a pesquisadora se estava correto. Como ponto negativo da pesquisa, estavam as atividades de leitura, de que os estudantes não gostavam.

Pasini sugere o uso do *Moodle* como recurso no Ensino Fundamental, expandindo para a sala de aula nos encontros regulares, pois considerou positivo o ensino de funções “com atividades complementares, extraclasse e virtuais, demonstrando as potencialidades destas atividades como elementos importantes para o estudo dos estudantes” (PASINI, 2010, p. 79).

c) O Papel das Tecnologias da Informação e Comunicação nos Projetos de Modelagem Matemática

Em sua dissertação, , datada de 2007 e defendida na Universidade Estadual Paulista de Rio Claro (SP), Leandro do Nascimento Diniz propõe investigar como os estudantes utilizam as Tecnologias de Informação e Comunicação nos Projetos de Modelagem Matemática. Ela está dividida em seis capítulos: 1) Introdução; 2) A Modelagem e as Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação Matemática; 3) Metodologia de Pesquisa; 4) Apresentação e Análise Inicial dos Projetos de Modelagem; 5) Análise de Dados; e, 6) Considerações Finais.

O autor embasou sua pesquisa na área de Tecnologias de Informação e Comunicação nos autores Castells, Lévy, Valente, Ponte, Borba e Villarreal, e, na área de Modelagem Matemática, nos autores Blum, Niss, Skovsmose, Biembengut e Barbosa.

A pesquisa teve uma visão qualitativa da investigação, sendo aplicada em duas turmas de turnos diferentes da disciplina de Matemática Aplicada, ministrada no primeiro semestre do Curso de Ciências Biológicas da Unesp, Rio Claro, no ano de 2005. O pesquisador acompanhou todas as atividades das turmas presenciais e

reuniões em horários extraclasse, pois a disciplina tinha um professor responsável pela condução dos projetos.

A coleta de dados ocorreu por meio de gravações de áudio (CD) e vídeo (DVD) das aulas e das reuniões em horário extra. Também foi realizada uma entrevista com os estudantes no final. Dentre os 14 Projetos de Modelagem que fazem parte da coleta de dados, todos com livre escolha para o tema, o autor selecionou quatro: Cupim, A Relação Unesp-Rio Claro, Síndrome de Down e Câncer de Próstata, com foco na pergunta norteadora: *Como os alunos utilizam as Tecnologias da Informação e Comunicação nos Projetos de Modelagem Matemática?*

Com o olhar na teoria da concepção Seres-Humanos-com-Mídias, de Borba e Villarreal (2005), o pesquisador realizou a análise dos dados sob três temas: simulação e previsão, pesquisa e comunicação. A simulação era sugerida aos estudantes com a finalidade de investigar o tema estudado, pois “a ideia é representar um processo, um fenômeno, por meio de um modelo matemático para observar, analisar e prever” (DINIZ, 2007, p. 89), possibilitando fazer previsões para o futuro. Os estudantes utilizaram o software *PowerPoint* nas apresentações e, para gráficos, o *Excel* e o *Winplot*. Ele investigava a possibilidade de transformar a sala de aula em um ambiente de pesquisa, orientando os estudantes na busca pelas informações na internet e a fazer uma seleção criteriosa nos *sites*. O uso das TIC para a comunicação foi um tema presente no desenvolvimento dos Projetos de Modelagem, sendo o *e-mail*, o meio utilizado para autor, professor e estudantes se comunicarem.

Diniz destacou a familiaridade dos estudantes com termos técnicos de informática, *softwares* e buscas na internet. Essa investigação proporcionou um avanço nas pesquisas em Modelagem, combinando Projetos de Modelagem com possibilidade de reorganização e cidadania (com foco nas TIC), “a partir da reflexão e levantamento de partes das minúcias que podem ocorrer neste cenário: simulação e previsão, com uso de *softwares* gráficos; pesquisa e comunicação, com a utilização da internet” (DINIZ, 2007, p. 89). O autor propõe que alguns momentos vivenciados possam ser explorados em outras pesquisas sobre: Como os estudantes fizeram a pesquisa na internet? Será que a pesquisa na internet é apenas para “copiar-colar” informações?

2.3.6 ARTIGOS – TECNOLOGIAS

Mapa 14 – Artigos: tecnologias

TÍTULO	AUTOR(ES)	PUBLICAÇÃO	ANO
O ensino de matemática e as mídias digitais	Marcelo de Carvalho Borba	Pátio Fundamental	2011
Ensinar e aprender no meio virtual: rompendo paradigmas	Gilberto Lacerda dos Santos	Educação e Pesquisa	2011
Aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na educação e os desafios do educador	Márcio Câmara Xavier Célia Regina Teixeira Bianca Saveti da Silva	Dialogia	2010
A relação entre educação e cibercultura na perspectiva de Pierre Lévy	Mateus Ubiratan dos Anjos Cláudio César de Andrade	Revista Eletrônica Lato Sensu	2008

Fonte: Machado (2012).

a) *O ensino de matemática e as mídias digitais*

Marcelo de Carvalho Borba, em seu artigo publicado em 2011 pela Revista Pátio de Porto Alegre (RS), possibilita uma reflexão sobre o consentimento do uso da internet, em sala de aula com maior frequência buscando minimizar o desinteresse dos estudantes pela matemática.

O autor introduz o tema justificando não ser uma simples resposta a maneira ideal de se fazer apresentações das razões para o ensino de matemática ser considerado problema. Diz ser aceitável socialmente o fato de a matemática ser difícil, não ter o que fazer para reverter, orgulhar-se em não ser bom com os números, existir a cultura do medo fomentada pelas famílias, ser a disciplina que mais reprova, os cursos de matemática terem baixos índices de formandos, remuneração baixa para profissionais da educação e haver o rótulo de estudantes não gostarem de matemática passado de geração para geração.

Apresenta uma definição para educação matemática como sendo “uma região de inquérito que pretende não só construir propostas de ensino e aprendizagem para a sala de aula, mas estudar fenômenos sociais como este e buscar alternativas” (BORBA, 2011, p. 16).

Na última década, o Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM) e o autor, em colaboração com pesquisadores canadenses, estão estudando as potencialidades da internet para a educação a distância e averiguado como ela pode estar presente na sala de aula.

De acordo com Borba, a ciência desenvolvida até hoje faz uso de mídias como lápis e papel ou equivalentes. Desde meados do século passado, as mídias digitais somaram-se às mídias anteriores, tornando-se importantes atores na produção de conhecimentos matemáticos e de outras áreas. Simulações e demonstrações elaboradas por meio do computador servem de exemplos.

Segundo o autor, há uma lacuna entre a forma de um professor desenvolver longos argumentos matemáticos e a forma com que jovens fazem uso de celulares e internet para falar e enviar mensagens multimodais. Já é tempo de abrir a possibilidade de pensar em fazer mais uso de *internet* em sala de aula, trazendo a cultura digital como meio de aproximá-la ao dia a dia do estudante.

b) *Ensinar e aprender no meio virtual: rompendo paradigmas*

Em seu artigo de 2011, publicado na Revista Educação e Pesquisa de São Paulo (SP), Gilberto Lacerda dos Santos procura identificar o rompimento de paradigmas ao ensinar e aprender no meio virtual.

O autor fez uma síntese de 13 dissertações de mestrado escritas no período de 2004 até 2008, buscando respostas para quatro questões:

- 1) quais são os novos formatos para a sala de aula virtual?;
- 2) quais estratégias pedagógicas mostram-se adequadas para nortear o trabalho docente na sala de aula virtual?;
- 3) quais materiais didáticos inovadores são condizentes com o trabalho docente na sala de aula virtual?;
- 4) quais novos papéis docentes surgem no contexto da sala de aula virtual? (SANTOS, 2011, p. 307).

Ao tentar responder à primeira pergunta, que buscava novos formatos para uma sala de aula virtual, o autor verificou que comunidades de aprendizagem em rede exploram diferentes atividades de comunicação (*chats*, fóruns, etc.) e que permitem a todos que intervêm atuação sobre os conteúdos, proporcionando êxito nas experiências e interação entre estudante e professor.

Ao buscar respostas à segunda pergunta, não foi possível identificar uma estratégia pedagógica ajustada a o ambiente educativo, proporcionado pela sala de aula virtual, mas possibilitou “apontar a colaboração, a horizontalização e a

interatividade como premissas básicas de qualquer estratégia que venha a ser empregada” (SANTOS, 2011, p. 314).

Identificar os novos materiais didáticos fundamentais para a estabilidade da sala de aula virtual era a terceira pergunta. Santos relatou a falta de profissionais da educação para desenvolver materiais didáticos, sendo que os tornava usuários passivos desses recursos. Por falta de formação, afastam-se da elaboração, permitindo que profissionais de outras áreas, sem conhecimento e prática educativa, produzam seus materiais didáticos. *Softwares* educativos e a internet foram os principais materiais didáticos identificados.

Ao buscar respostas à quarta pergunta, Santos procurou identificar as novas funções do professor frente à tecnologia na sala de aula. Com o estudante sendo coautor e coprodutor de conteúdos, e não mais consumidor, as novas funções dos professores referem-se a administrar situações educativas virtuais, conduzindo os estudantes a atingirem os objetivos de aprendizagem, concluindo as interações.

As respostas às questões propostas fizeram o autor se perguntar com o que deve a escola romper para que haja um avanço rumo à sala de aula virtual. Rompendo com os procedimentos tradicionais, o professor vai redefinir o espaço educativo, transformando em uma experiência didática eficaz, com “conceitos de comunidade de aprendizagem em rede, de trabalho colaborativo virtual, de horizontalização da relação educativa, de materiais didáticos dinâmicos e de mediação pedagógica fundamentada na interatividade” (SANTOS, 2011, p. 317).

c) Aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na educação e os desafios do educador

No artigo de autoria de Márcio Câmara Xavier, Célia Regina Teixeira e Bianca Priscila Saveti da Silva, publicado em 2010, pela Revista Dialogia de São Paulo (SP), são apresentadas questões e reflexões sobre ideias formadas quanto ao uso da TICs na educação.

Para os autores, há uma lacuna entre a ascensão das TICs e o seu uso como potencial ferramenta de apoio ao ensino. Esse hiato causa nos estudantes um desinteresse pela educação, visto que é cada vez maior o número de estudantes que dispõem de internet em suas residências e “[...] temos a hipótese de que parte dos docentes não aplica as TICs pelo fato de as desconhecem e, muitas vezes,

com receio das mudanças paradigmáticas [...]” (XAVIER; TEIXEIRA; SILVA, 2010, p. 106).

Eles alertam para a reflexão criteriosa e planejada por parte das escolas e dos professores no uso das TICs como ferramentas pedagógicas e de ensino ou como disciplina curricular e afirmam que o professor deve ser um orientador, propondo reflexão acerca das informações buscadas na internet e, ainda, conduza as atividades, motivando os alunos para a conquista da autonomia.

Xavier, Teixeira e Silva sugerem a elaboração de diferentes estratégias no uso das TICs, de maneira contextualizada e eficaz. Eles indicam utilizar o hipertexto com suas múltiplas possibilidades e interatividade, editores de texto e de apresentações, *softwares* gráficos e planilhas de cálculo, diversos pacotes gratuitos e disponíveis na internet.

Uma forma de a escola e de o professor ir ao encontro do estudante é explorar as comunidades virtuais, inferindo e refletindo corretamente nos *sites* de relacionamento, enciclopédias virtuais coletivas e ferramentas de comunicação eletrônica. Essa postura oportuniza educar numa sociedade contemporânea. “Não há o que temer: o caminho se faz ao caminhar” (XAVIER; TEIXEIRA; SILVA, 2010, p. 114).

d) *A relação entre educação e cibercultura na perspectiva de Pierre Lévy*

Em seu artigo, publicado em 2008, pela Revista Eletrônica Lato Sensu – UNICENTRO de Guarapuava (PR), Mateus Ubiratan dos Anjos e Cláudio César de Andrade apresentam uma análise da concepção de Pierre Lévy sobre *cibercultura* e educação, estabelecendo uma interação entre os conceitos.

Os autores abordaram o referido trabalho em três etapas. Na primeira, descrevem que as tecnologias de inteligência ou intelectuais são os sistemas de informática que fazem uso da linguagem escrita para interagir com a mente humana, por meio de hipertextos. Verificaram que essas tecnologias exercem influência no processo educativo quando habilitam o estudante a usar as ferramentas disponíveis. Na escola, o estudante fazendo uso, como parte do processo educativo, está contribuindo para o desenvolvimento de suas capacidades intelectuais.

Quando um educando aprende os dados, coleta-os, memoriza-os e, de posse dessas informações, forja sua própria concepção a respeito desse, interagindo com a bagagem de conhecimentos adquiridos. A evolução

educativa desse aluno torna-se evidente e perceptivelmente sólida. (ANJOS; ANDRADE, 2008, p. 4).

Na segunda etapa, apresentam a *cibercultura*, presente nas áreas sócio-econômicas, como uma ferramenta da educação indispensável, pois proporciona ao estudante acréscimo e melhora nos conhecimentos. Com o aprendizado e a utilização dessas ferramentas, “a comunicação proporcionada pelos dispositivos de informática contribui para o desenvolvimento da inteligência coletiva” (ANJOS; ANDRADE, 2008, p. 6). Como instrumento privilegiado para comunicação, a inteligência coletiva dispõe do *ciberespaço*, simbolizado pela internet.

Anjos e Andrade, na terceira etapa, mostram a relação entre cibercultura e educação, interação que ocorre quando os profissionais da educação desfrutam dos meios tecnológicos da *cibercultura* e instruem os estudantes a compor o seu conhecimento, a partir de seus experimentos pessoais, bibliográficos e provenientes do *ciberespaço*. Essa relação, também demonstra uma interação entre homem e máquina, tendo que ser guiada por uma ética em prol do bem comum.

2.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Neste capítulo, dividido em duas partes — literatura suporte e produções recentes —, buscou-se obter aporte para a análise desta pesquisa sobre o interesse dos estudantes em aprender matemática. Este levantamento permitiu identificar teorias e proposições. Passa-se a um resumo com frases-chave para análise.

a) sobre *Interesse*

– A teoria de Herbart (1971), data de uma época em que a Educação concebida era tradicional e segue ainda vigente. Nessa teoria, o ensino que pode inspirar o interesse do estudante pelo conteúdo, pois o interesse é um agente externo. Logo, o interesse seria a intenção de aprender, conduzindo por meio dela ao desejo.

– Na teoria de Dewey, o interesse encontra-se na raiz das ideias, está absorvido em alguma coisa, devido à importância que tem para cada um. Se o professor conseguir despertar esse interesse no estudante, ele terá garantida a sua

atenção na atividade. Por outro lado, é impossível ter a concentração do estudante em uma proposta imposta, contrária ao seu desejo.

- Na teoria de Claparède, o interesse expressa uma interação do estudante com o conteúdo a ser estudado, desde que esse conteúdo seja necessário em um momento. Algo só se torna interessante quando se relaciona com uma necessidade do estudante. Um meio para despertar o interesse do estudante é o meio intrínseco, o qual consiste em propiciar a ele uma situação que lhe suscite a necessidade, o desejo de executar a tarefa, unindo-se o interesse e a atividade.

b) sobre *Modelagem Matemática*

- Da teoria de Biembengut (1990), adotou-se como método de ensino, a modelação matemática. Esse é um método que pode ser aplicado em qualquer nível escolar, visando a propiciar ao estudante apreender os conteúdos, capacitar-se para ler, interpretar, formular e resolver situações-problema, despertando o interesse em aprender matemática. Ainda possibilita que os estudantes aprendam a pesquisar. A mesma autora define (no prelo) modelagem matemática gráfica como o processo que envolve a forma de o estudante se expressar, reproduzir e/ou descrever um conjunto de informações, uma imagem, ou algo material.

c) sobre *Tecnologias da Informação e Comunicação*

- Na teoria de Lévy (2000), o *ciberespaço*, simbolizado pela internet, é um instrumento de comunicação em que veiculam-se diversas informações de forma interativa. Desse modo, o *ciberespaço* contribui para o desenvolvimento da *inteligência coletiva*. Na Educação, a *cibercultura* representa uma ferramenta indispensável porque possibilita ampliar e melhorar os conhecimentos do estudante. Na medida em que o estudante manipula as ferramentas, (o computador e o *ciberespaço*) de forma consciente, estabelece uma outra via para aperfeiçoar-se.

Capítulo 3 – MAPA DE CAMPO

[...] *No que diz respeito ao interesse, deve ser: claro, contínuo, edificante, ligado à realidade.*

(Herbart, 1971)

3.1 APRESENTAÇÃO

Será apresentado neste capítulo o mapa de campo e a descrição da atividade pedagógica requerida ao estudo proposto.

Seguindo as etapas da pesquisa, o mapa de campo está descrito em três itens, assim denominados: organização do processo, atividades pedagógicas e descrição da aplicação pedagógica.

– *Organização do processo* – apresenta as etapas realizadas para viabilizar esta pesquisa: solicitação de autorização para uso das dependências de uma Escola Pública, convite aos estudantes, emissão da carta-convite aos estudantes do Ensino Médio e obtenção da autorização dos pais ou responsáveis;

– *Atividades Pedagógicas* – trata da descrição do planejamento das atividades propostas para os encontros com os estudantes. Apresenta-se o meio tecnológico utilizado e um mapa dos encontros;

– *Descrição da aplicação pedagógica* – descreve os encontros por meio das três fases da modelação: (1ª) percepção e apreensão, (2ª) compreensão e explicação, e (3ª) representação e expressão. Também apresenta as perguntas e as respostas que os colaboradores deram ao questionário que foi respondido por meio do ambiente virtual *moodle* após o término dos encontros e, por fim, as considerações do capítulo.

3.2 ORGANIZAÇÃO DO PROCESSO

O tema para desenvolver a modelação matemática foi o projeto de uma casa ecologicamente sustentável. Justifica-se essa escolha devido à questão *sustentabilidade* ser motivo de debate em diferentes periódicos, congressos e esfera

governamental, agregando-a ao projeto de uma casa, buscando instigar o interesse dos estudantes, proporcionando a eles estabelecer comparações e imaginar suas futuras residências ecologicamente sustentáveis quando adultos.

O processo implicou dispor de grupo de estudantes, apoio da comunidade e local para executar o projeto. A saber:

a) Estudante Colaboradores

Primeiro, formou-se um grupo de estudantes voluntários. Para dispor da colaboração dos estudantes, fez-se uma lista de 25 nomes de estudantes do 1º ano do EM, com as melhores notas ao final do primeiro bimestre, por supor que haveria interesse deles em colaborar com esta pesquisa.

Fez-se um convite e compareceram 22 estudantes no dia 5 de maio. E, dessa presença, solicitou-se a colaboração deles para participar de uma atividade pedagógica que seria utilizada como dados empíricos para a pesquisa do autor desta dissertação, também professor deles. Apresentou-se uma explanação sobre a proposta e quais seriam os recursos tecnológicos e didáticos.

b) Apoio da Comunidade Escolar

A comunidade escolar compreende a direção e a supervisão pedagógica, e os pais ou responsáveis pelos estudantes. Ao se estabelecer os objetivos da atividade didática e, para que fosse possível ser realizada em uma Escola Pública, onde o autor desta pesquisa é professor, alguns procedimentos foram necessários, entre os quais se destaca a solicitação de autorização (apêndice A) por parte da direção da escola, uma vez que a atividade será realizada fora do horário das aulas e nas dependências da escola.

Aos pais e responsáveis, foi escrito e enviado, por intermédio dos estudantes, uma carta-convite com termo de consentimento (apêndice B). Apenas dez estudantes devolveram o termo de consentimento assinado pelos responsáveis, e doze justificaram que já possuíam outra atividade ou que moravam longe, na região metropolitana de Porto Alegre (RS), tendo dificuldades para retornarem a suas residências no período da tarde. Destes, quatro solicitaram que fosse trocado o dia,

para sexta-feira, o que não foi possível, pois a escola não possui expediente à tarde nesse dia.

Outros cinco estudantes que não haviam recebido a carta-convite, contudo, perguntaram o que era aquele papel e manifestaram interesse em participar, inclusive uma estudante de outra turma, pela qual o pesquisador-professor não era responsável. Mais 20 cartas-convite foram distribuídas, aleatoriamente, tendo retornado apenas quatro. O grupo foi formado por 14 estudantes, sendo seis meninas e oito meninos, todos com idades entre quatorze e dezesseis anos.

c) Local para as Atividades

Com a autorização da escola, estabeleceu-se dia, horário e local para os encontros. Fixou-se os encontros às quintas-feiras, com início às 14h e término previsto para 15h30, respeitando a disponibilidade do pesquisador, da escola e dos estudantes. Foram previstos 13 encontros, no entanto, solicitou-se o laboratório de informática, que possui 25 computadores dispostos lado a lado e em todo o contorno da sala, em pleno funcionamento, todos com acesso a internet.

No Laboratório de Informática, na parte central, localizam-se várias cadeiras onde os usuários podem acomodar-se em momentos de exposição teórica, quando não estão utilizando os computadores. Nesta sala, também, estão à disposição do professor um computador com acesso a internet, *data show*⁸ e quadro interativo.

3.3 ATIVIDADES PEDAGÓGICAS

A razão da atividade experimental ser desenvolvida em horário extraclasse, foi porque o pesquisador-professor era responsável por três das seis turmas de 1º ano do Ensino Médio. Além disso, a escola dispõe de regras pré-estabelecidas. Quanto aos conteúdos, o programa da escola prevê uma divisão por bimestres.

As avaliações de estudo bimestrais seguem um calendário que é elaborado pela escola em que todas as turmas realizam no mesmo dia e horário as avaliações de determinada disciplina, sendo igual em todas as turmas de um mesmo ano.

⁸ *Data Show* é um projetor de vídeo que processa um sinal de vídeo e projeta a imagem correspondente em uma tela da projeção usando um sistema de lentes.

Dessa forma, justifica-se não ter sido possível realizar a coleta com turmas regulares por neste período, o de um bimestre, não haver tempo hábil para se desenvolver todos os conteúdos do planejamento habitual da escola para o bimestre ao qual a atividade foi aplicada. Isso poderia trazer algum problema na avaliação dos estudantes.

Pelo fato de ser um grupo de estudantes, em horário extraclasse, não havia necessidade de ser desenvolvido um conteúdo de matemática do 1º ano. Assim, havia liberdade para tratar de assuntos do Ensino Fundamental, necessários a esta etapa da pesquisa. Destaca-se que o objeto da pesquisa é o interesse do estudante de EM em aprender matemática por meio da modelagem integrada à tecnologia.

Para o desenvolvimento das atividades, foi utilizado o ambiente virtual *Moodle*, onde todos os colaboradores já estavam matriculados e eram portadores de suas senhas individuais, pois na escola haviam sido os pioneiros no uso do espaço virtual, na disciplina de matemática, desde março de 2011.

A plataforma *Moodle* apresenta várias atividades e recursos. Dentre eles, foram utilizados nessa pesquisa:

- *fórum* – possibilita uma interação assíncrona entre integrantes do curso, proporcionando tirar dúvidas, trocar ideias, reflexões, informações e interesses sobre determinado assunto. Nos fóruns, podem ser criados quantos tópicos forem desejados, e os integrantes respondem às mensagens já postadas;
- *tarefa* – possibilita ao professor propor uma atividade a ser desenvolvida pelo estudante, que pode realizar a solução *offline* e enviar o arquivo da resposta ou devolver *online*, diretamente na área da tarefa;
- *recursos* – permite inserir rótulo (texto ou imagem), *link* a um arquivo ou *site* e páginas de texto simples;
- *relatórios* – possibilita obter um relatório extremamente detalhado em relação à participação de cada usuário, ter acesso a cada ação por meio de um histórico de acesso e ainda oferece a data da última visita feita por um participante em determinada atividade.

A escolha do *Moodle* para o desenvolvimento desta pesquisa está apoiada nos seguintes fatores:

- o autor da pesquisa cursou, no primeiro semestre de 2010, o Seminário Avançado em Educação em Ciências e Matemática: Ambientes Computadorizados

de Ensino-aprendizagem, ministrado pela Prof^a Dr^a Lucia Maria Martins Giraffa, disciplina eletiva do mestrado. Foi a oportunidade que teve em conhecer e encantar-se com as possibilidades que o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) oportunizaria;

- está hospedado no servidor do colégio que o pesquisador é professor;
- o pesquisador já fazia uso do *Moodle* na disciplina de Matemática nas turmas do 1^o ano do EM, e os colaboradores desta pesquisa já eram usuários;
- o AVA integra recursos que propicia uma interação entre os usuários e permite compartilhar informações, além de plataforma livre.

Na plataforma *Moodle*, foi criado um curso, denominado: “CASA: Conforto & Sustentabilidade”, conforme mostra a figura 1, a fim que os estudantes pudessem ter acesso de suas residências, por meio desse espaço virtual, aos materiais postados e interagirem com o pesquisador ou entre eles.

Figura 1: Tela inicial do curso no *Moodle*



Fonte: Machado (2012).

A preparação do material didático para o primeiro encontro deu-se por meio de buscas a *sites*⁹ relacionados a problemas ambientais urbanos, visando a selecionar vídeos no *YouTube*¹⁰ que retratassem as aglomerações urbanas e os impactos ambientais, e as situações das grandes cidades que às vezes passam despercebidas. Os três vídeos selecionados foram postados por meio da ferramenta recursos no espaço virtual “CASA: Conforto & Sustentabilidade”, que, de forma abreviada, representa-se por “CASA C&S”.

Foram criados dois fóruns: o de dúvidas, a fim de os colaboradores terem um espaço para questionarem o pesquisador ou os colegas sobre as atividades em

⁹ *Site, website, saite* ou sítio eletrônico é um conjunto de páginas da internet, isto é, de hipertexto acessíveis geralmente pelo protocolo http.

¹⁰ *YouTube* é um repositório de vídeos na internet. Fundado em 2005, permite que seus usuários carreguem e compartilhem vídeos em formato digital. Acesso: www.youtube.com

desenvolvimento; e o de descobertas, no qual os estudantes poderiam compartilhar as descobertas que julgassem relevantes para o desenvolvimento do processo. A figura 2 retrata a visão que os estudantes tiveram no momento da apresentação do curso “CASA C&S”, contendo os fóruns e as atividades planejadas para a primeira semana.

Figura 2: Espaço virtual CASA C&S

Fonte: Machado (2012).

O planejamento dos demais encontros é apresentado entre eles, pois ajustes ao que havia sido planejado inicialmente foram necessários no decorrer das semanas seguintes. Dos 13 encontros previstos inicialmente, 11 ocorreram. O mapa 15 – mapa dos encontros – apresenta as atividades desenvolvidas.

Mapa 15 – Mapa dos encontros

MODELAÇÃO (fase)	ENCONTRO	ATIVIDADE
1ª Percepção e apreensão	1º	Apresentação do projeto, mostra de vídeo e debate.
	2º	Estimar a área da sala que estavam. Medir e calcular a área. Desenhar a planta da sala, em escala e projetar uma planta baixa para uma casa com dois dormitórios nesta área.
	3º	Observar alguns <i>folders</i> de plantas e comparar, fazendo crítica, com a planta baixa solicitada.
	4º	Divisão do grupo por subtemas e elaboração de questões.

2 ^a Compreensão e explicação	5 ^o	Visita de campo.
	6 ^o	Projeto de um modelo de planta baixa para uma casa ecologicamente sustentável.
	7 ^o	Converter medidas de uma planta baixa para o tamanho real. Verificar se a planta baixa fornecida, possui ambientes com tamanho previsto no Código de Edificações. Determinar o mínimo de peças para piso e parede.
3 ^a Representação e expressão	8 ^o	Elaboração do modelo de planta baixa.
	9 ^o	Entrega da planta e análise dela..
	10 ^o	Apresentação dos dados levantados.
	11 ^o	Estruturação das buscas feitas na internet, para a produção de dois trabalhos a serem apresentados na Feira de Ciências da escola.

Fonte: Machado (2012).

Apresenta-se, a seguir, a descrição de ocorrências de onze encontros realizados com estudantes para desenvolver as atividades, conforme as três fases da modelação. Durante a descrição, o termo “professor” refere-se ao professor autor desta pesquisa.

3.4 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO PEDAGÓGICA

A modelação, método de ensino utilizado nesta etapa da pesquisa, conforme definição no capítulo 1, seção 1.3, é composta por três fases: (1^a) percepção e apreensão, (2^a) compreensão e explicação e (3^a) representação e expressão, descritas no capítulo 2, seção 2.3. Segundo Biembengut, “essas três fases não ocorrem disjuntas” (BIEMBENGUT, no prelo).

1^a FASE – PERCEPÇÃO E APREENSÃO

A primeira fase da modelação, conforme Biembengut (no prelo), visa a incitar a percepção e o interesse do estudante em estudar um tema do seu contexto.

Nessa fase, o professor procurou estimular a percepção e identificar o interesse dos estudantes em realizar um projeto de construção de uma casa ecologicamente sustentável em Porto Alegre (RS). Por meio dos vídeos descritos nos relatos e dos diálogos com o professor e entre os colaboradores, para instigar a percepção; e atividades didáticas com conhecimentos matemáticos e de outras

áreas das ciências, para propiciar a apreensão, ocorreram quatro encontros nesta fase (1º ao 4º):

1º Encontro (19/05/2011)

Utilizou-se de computador e *data show* para exibir e apresentar no *Moodle* o curso criado: “CASA: Conforto & Sustentabilidade”, ambiente virtual que seria utilizado semanalmente para postar as atividades trabalhadas nos encontros, esclarecer dúvidas, trocar dados entre os estudantes e funcionar como repositório de arquivos para análise.

Os dois primeiros vídeos¹¹ planejados foram mostrados aos estudantes: “Problemas Ambientais Urbanos II” (3min22) com imagens abordando aglomerações urbanas, densidade populacional, congestionamento de automóveis em cidades e rodovias, construções inadequadas e deslizamento de encostas em favelas ao som da música “Divano”, de Eric Lévi, interpretada pelo grupo Era; e “Urbanização Problemas Urbanos” (8min51) que retrata os problemas com lixo, impermeabilização do solo por meio do asfalto, alagamentos, aglomerações urbanas, favelas sobre os morros, crianças brincando ao lado do esgoto, marginalização, miséria, poluição do solo e visual ao som da música “O dia que não terminou”, de Tico Santa Cruz, interpretada pelo grupo Detonautas.

Os estudantes mostraram-se impactados com as imagens, e o momento se mostrou propício para questionar: *Isso existe? Quem já presenciou imagens semelhantes? Se a embalagem plástica é tão problemática para o meio ambiente, por que continuam utilizando?*

Os estudantes queriam falar ao mesmo tempo em que apontavam culpados, contavam experiências vividas em outras cidades e criticavam o uso das sacolas plásticas. Contou-se a eles que há 35 anos, por exemplo, no supermercado parte das embalagens, eram de sacos de papel de uma cor parda e que, para ir a uma feira livre, utilizavam-se sacolas de palha, feitas artesanalmente. Essa descrição levou a algumas manifestações por parte deles:

¹¹ Os vídeos estão disponíveis no *YouTube*, embora não apresentem autoria, estão citados nas referências bibliográficas com seus respectivos endereços.

- C¹² 1 - *Existe, mas parece que está longe de nós.*
- C 2 - *Ou somos nós que não queremos ver o que está tão próximo!*
- C 4 - *É mais barato entregar uma mercadoria em uma sacola plástica do que outra embalagem.*
- C 5 - *Na cidade que fiquei, nos EUA, as embalagens eram de saco de papelão.*

O problema sobre o que fazer com o lixo, motivo de tanto debate, foi abordado por um dos estudantes. Então já surgiram sugestões, tais como a necessidade de ampliar a coleta seletiva, visando à reciclagem e à utilização das garrafas plásticas de forma artesanal, em enfeites e brinquedos, gerando renda com a venda.

Retomou-se o foco “problemas com habitações” perguntando: *O que poderia ser feito para construirmos habitações mais sustentáveis?* Obteve-se as seguintes respostas:

- C 4 - *Aproveitar a água da chuva para o jardim, para o banheiro, para lavar pátio.*
- C 6 - *Tem uns tijolos ecológicos, já vi isso na TV.*
- C 7 - *Eu vi uma casa onde as telhas eram com caixa de leite.*
- C 4 - *Energias alternativas, como placa solar, mas o custo é muito alto.*
- C 1 - *Imagina cobrir toda a casa com placa solar.*
- C 6 - *Tem um programa na televisão, canal Discovery, onde apresentam casas ecológicas, mas que são muito diferentes. Aquilo é muito caro. É impossível de se aplicar, são exóticas. Cada programa é uma casa diferente.*

Na sequência foi apresentado o vídeo “Aquecimento Global e Urbanização Desenfreada” (6min10) com imagens de vida no planeta Terra e animais em seu habitat ao som da música “Machine 2”, de Void. Esse vídeo foi apresentado como introdução a uma conferência do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, na qual o Ex-Secretário-Geral da ONU Kofi Annan expressa sua preocupação em relação à preservação de água limpa e ar puro, bem como em criar cidades verdes com ambientes sustentáveis.

Como proposta de atividade para o final do período de encontros, sugeriu-se aos estudantes fazerem um projeto de construção de uma casa ecologicamente sustentável em Porto Alegre (RS). Os estudantes ficaram surpresos e interessados, pois até então todos estavam muito curiosos para saber qual atividade seria feita.

¹² Os estudantes, colaboradores da pesquisa, serão identificados pela letra “C” acompanhada de um número natural para diferenciá-los.

Após os vídeos a que assistiram, perceberam a possibilidade de propor uma alternativa de moradia, ecologicamente sustentável, que poderá, num futuro, melhorar a qualidade de vida nas cidades e contribuir com a *Sustentabilidade do Planeta*.

2º Encontro (26/05/2011)

Para o segundo encontro, dia 26 de maio, foi feita uma busca em *sites* que apresentavam propostas de casas ecologicamente sustentáveis, sendo selecionado um vídeo para introdução das atividades. Na sequência, atividades envolvendo área das figuras planas e escalas.

Iniciou-se o encontro falando que seria apresentado um vídeo como introdução. Foi aí que o C 3 disse: *Ah, não, professor! Vai ser vídeo hoje de novo?* Assim, pôde-se perceber que atividade repetida de vídeo, embora com conteúdo diferente, não despertava o interesse desse estudante.

O vídeo exibido foi “Casa Verde” (4min26), que apresenta um protótipo de casa eco sustentável, econômica, saudável e que melhora a qualidade de vida dos moradores na cidade de São Paulo. Também, no vídeo, há sugestões de materiais para construções ecologicamente sustentáveis ao som da música “Aquarela do Brasil”, de autoria de Ary Barroso e interpretada pelo cantor Antonio Pecci Filho (Toquinho).

Foi comentado que haviam sido encontrados no *YouTube* alguns vídeos do programa mencionado por um estudante no encontro anterior, sendo que um deles mostrava uma casa, no litoral da Inglaterra, que tinha suas paredes feitas com pneu e nos intervalos, massa com latinhas de refrigerante. A frente da casa toda de vidro, formando uma grande estufa com plantas. O nome desses vídeos com uma breve descrição, para acesso no *YouTube*, encontram-se no “Fórum das Descobertas” do curso “CASA C&S”, no *Moodle*.

Logo após, questionou-se os estudantes sobre o que pensaram sobre a proposta do encontro anterior e se dispunham de alguns dados. O estudante (C 4) manifestou-se mostrando algumas folhas e disse ter impresso textos sobre: (a) sistema de calhas para coleta de água da chuva com preço do metro linear, (b) aquecimento solar, (c) telhas e tijolos ecológicos, dentre outros.

Alguns estudantes comentaram que viram alguns vídeos, mas não guardaram os arquivos. Isso permitiu sugerir aos estudantes formar uma coletânea sobre o que encontram relativo a moradias ecologicamente sustentáveis.

Passou-se, assim, à primeira atividade com a questão: *Qual a área desta sala em m²? Para isso fez-se uso de um arquivo do PowerPoint¹³, postado no Moodle, com o título “Planta Baixa”, que propõem quatro atividades.*

Cada estudante pensou, olhou para os lados e anotou em uma folha previamente entregue. Logo após, foi solicitado a eles que atribuíssem medidas, em metros, para cada parede da sala que se encontravam.

Dos estudantes, 30% disseram que pensaram na área solicitada na pergunta anterior para estabelecer as medidas; os demais atribuíram medidas olhando para as paredes. As áreas variavam de 31,5 m² até 104,0 m². Solicitou-se que calculassem a área da sala com base nas medidas atribuídas. Em 86% dos cálculos, de quem atribuiu as medidas olhando para as paredes, a área encontrada foi inferior à respondida na primeira pergunta.

Na segunda atividade, os estudantes com uma fita métrica e em duplas foram tomar medidas das paredes da sala de aula em que estavam e, assim, determinar a área. Anotaram as medidas de cada parede e calcularam uma área de 58,6 m². O estudante que mais se aproximou da medida real havia atribuído

na Atividade 1 a área de 61,0 m². A figura 3 mostra foto de dois estudantes realizando a atividade proposta.

Figura 3a: Estudantes executando atividade



Fonte: Machado (2012).

¹³ PowerPoint é um programa utilizado para criação/edição e exibição de apresentações gráficas, originalmente escrito para o sistema operacional Windows.

A partir dos resultados apresentados por eles, o autor desta pesquisa questionou os estudantes sobre *o que é preciso fazer para representar a planta da sala em um papel*. Responderam que deveriam utilizar uma escala para reduzir o tamanho. Alguns disseram não lembrar como fazer, e o C 3 falou que haviam

Figura 3b: Estudantes executando atividade



Fonte: Machado (2012).

estudado em Geografia. A atividade foi interrompida para retomar o assunto de escalas. Uma revisão foi realizada e só então deu-se continuidade.

A terceira atividade constituía em fazer a planta baixa da sala em que se estavam em uma folha milimetrada distribuída. Alguns fizeram na escala 1:50 e outros 1:100. Quando todos concluíram, o professor olhou e observou que nenhum havia pensado em representar a porta e as janelas, questionando: *Isso é uma prisão, onde o apenado deve chegar de helicóptero e não tem direito de olhar para fora?* Nesse momento, deram-se por conta que deveriam incluir na planta uma porta, mas ignoraram as janelas.

Por estar nos últimos minutos dessa aula, foi entregue outra folha milimetrada, solicitando que a Atividade 4 fosse realizada como tarefa de casa. Constava de utilizar a área da planta baixa da Atividade 3, adaptando-a para o modelo de planta de uma casa de dois dormitórios.

Observou-se que durante todas as atividades, o interesse em realizá-las era perceptível. Os estudantes aparentavam estar felizes em estar fazendo aquele trabalho pela primeira vez, e o C 7 verbalizou: *Vai ser a minha primeira planta de casa.*

Foi solicitado a eles que verificassem, nos jornais e panfletos distribuídos nos semáforos das ruas da cidade, modelos de plantas baixas de casas e apartamentos.

Um dos estudantes contou que a professora de química, sabendo do projeto que estava em andamento, se propôs a colaborar indicando tijolos, telhas,

reaproveitamento de água, energias alternativas e renováveis. Ela havia concluído a construção de sua casa no ano anterior ao do projeto e que havia deixado tijolos de vidro, no telhado, bem no centro da cozinha, permitindo uma excelente luminosidade durante o dia.

Nesse momento, o autor desta pesquisa relatou à sua colega como seria a proposta a ser realizada com o grupo e comentou ainda sobre a existência de um agrônomo que desenvolveu um Centro de Aprendizagem para as Energias Renováveis e Geração Descentralizada, com acesso em: <http://www.ideaas.org/index.php?modulo=caergd&exibir=61&cat=1922>, no município de Santo Antônio da Patrulha (RS). Assim, foi agendado uma data para levar os colaboradores e professores que tivessem interesse em conhecer o centro. O colégio disponibilizou condução para o deslocamento, tendo lugares disponíveis para um grupo de 20 pessoas. Esse agrônomo informou que, por ser relacionado a estudos e sendo a primeira visita do colégio, não haveria ônus para a Instituição.

3^o Encontro (02/06/2011)

No início deste encontro o professor, autor desta pesquisa, foi informado pelos estudantes presentes de que havia começado, por um período de três semanas, o Programa de Jovens Embaixadores dos Companheiros das Américas (*Partners Junior*)¹⁴ e que somente os três presentes não faziam parte. No momento que estava sendo informado sobre o programa, chegaram três colaboradores que vieram entregar a tarefa solicitada na semana anterior e informar que fariam parte do *Partners Junior*.

Aos presentes foram apresentados alguns *folders* contendo modelos de plantas de casas e apartamentos que haviam sido coletados pelo pesquisador em jornais e semáforos, durante a última semana. Foi solicitado aos participantes que observassem a disposição das peças nesses *folders* e fizessem um comparativo com os seis modelos de plantas que haviam sido elaborados pelos colaboradores. Os modelos de plantas que foram solicitados no encontro anterior visam a transformar a área da sala de aula em que o grupo se encontrava em uma casa de

¹⁴ *Partners Junior* tem como missão promover a liderança, o voluntariado e a compreensão entre a juventude gaúcha (residentes no estado brasileiro do Rio Grande do Sul) e *hoosier* (residentes no estado americano de Indiana). Formar jovens engajados na melhoria da qualidade de vida de suas comunidades, no trabalho voluntário e na multiplicação desses valores. São selecionados seis estudantes por ano que ficam hospedados durante os meses de janeiro e fevereiro em casas de famílias anfitriãs voluntárias, cuidadosamente selecionadas no estado norte-americano de Indiana.

dois dormitórios. A figura 4 mostra três desses modelos de plantas.

Descrição das observações dos colaboradores:

– planta 1 – na planta do C 1, o único banheiro tinha porta para dentro da cozinha, ficando no lado oposto da casa em relação aos dois quartos e previa uma porta externa;

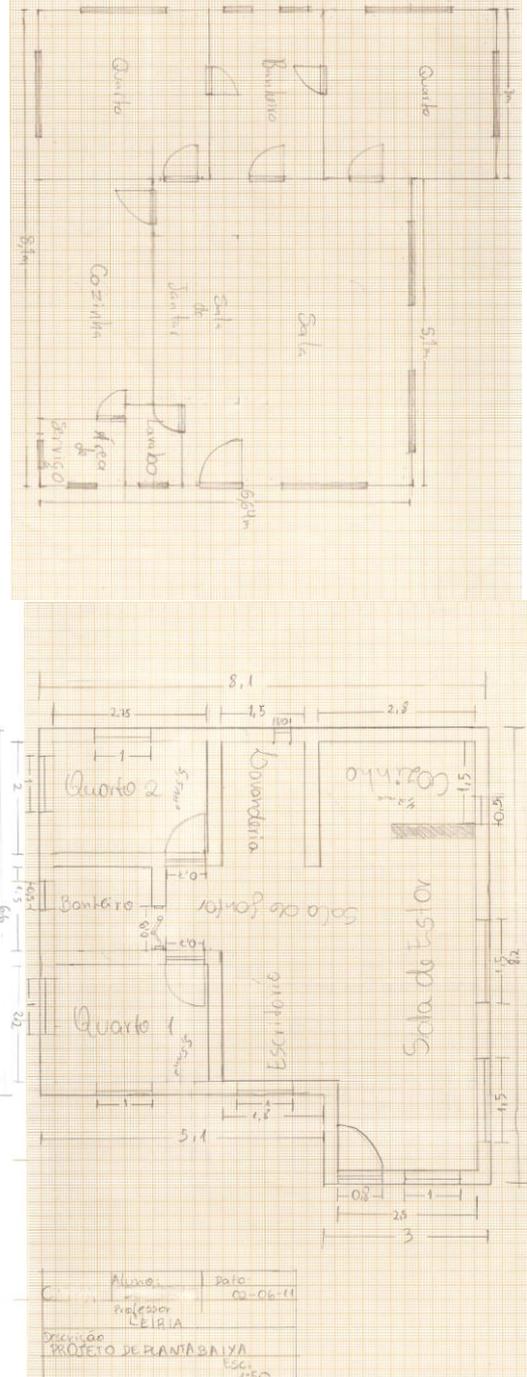
– planta 2 – o C 7 dividiu a sua planta com um corredor no meio, em uma das pontas está a única porta da casa com um banheiro logo à esquerda e na sequência dois quartos. Na direita, logo que entra, um quarto e depois sala e cozinha;

– planta 3 – o C 8 apresentou uma boa distribuição das peças, sugerindo um lavabo, uma área de serviço, um banheiro com três portas: uma delas desnecessária e para sala, pois já havia lavabo e as outras duas, sendo uma para cada quarto, chamado de suíte americana. Fez a previsão de bastante janelas, mas sem aberturas na cozinha, que tem porta para lavanderia. Apresentou uma única porta externa;

– planta 4 – somente o C 6 apresentou ao lado da planta um quadro informando a escala utilizada. Propôs uma planta que foi elogiada pelos colegas, tendo como diferencial uma cozinha integrada com a sala. Também previu uma única porta externa;

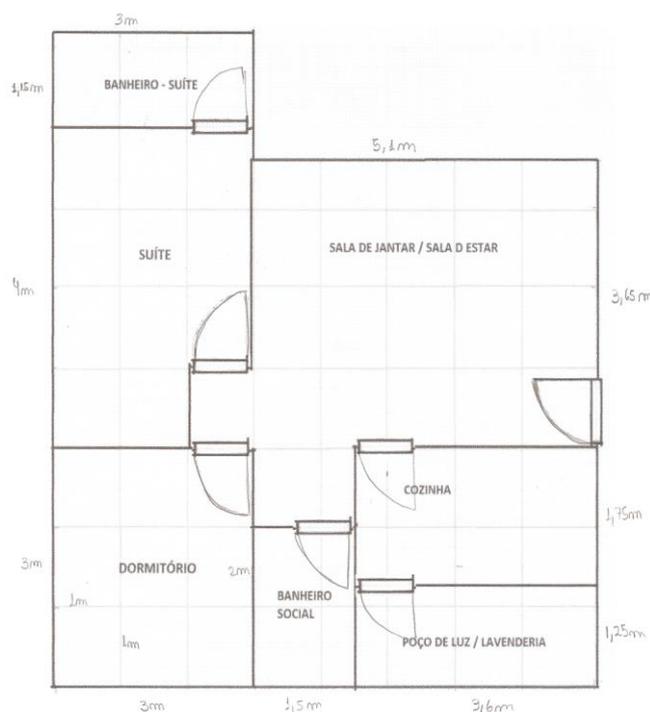
– planta 5 – o C 3 projetou duas portas externas, na cozinha e na sala. Nenhuma janela na casa, que têm dois quartos. Havia uma suíte, um banheiro com

Figura 4: Modelos de planta da sala de aula adaptada para uma casa



porta para sala e longe do outro quarto, um lavabo ao lado da lavanderia e com porta para a cozinha e um corredor no centro da casa. As nove peças eram muito pequenas;

– planta 6 – o C 9, que não estava presente no encontro anterior, fez a sua planta sem escala em uma folha quadriculada, incluindo duas salas, cozinha, área de serviço e dois quartos, sendo um deles suíte.



Para que alguns detalhes fossem observados, foi necessário fazer alguns questionamentos durante as análises. Após as observações feitas pelos estudantes, foram feitos alguns comentários quanto à importância da orientação solar para distribuição das peças, às aberturas, à localização dos banheiros e à cozinha, visando à economia na parte hidráulica e iluminação natural.

Fonte: Machado (2012).

Esta etapa foi encerrada e foi solicitado aos estudantes que pensassem na proposta de elaboração de um projeto de construção de uma casa ecologicamente sustentável para uma família de quatro pessoas (um casal com dois filhos) no qual deveriam definir área e número de pavimentos.

Durante a semana seguinte, o C 4, que havia faltado ao terceiro encontro, apresentou a sua proposta de planta feita em computador e desenhada sobre marcas milimetradas.

Em conversa com os estudantes, pela manhã, durante o intervalo das aulas regulares, tentou-se ajustar um novo horário para os encontros, mas, como eles já tinham outras atividades nas demais tardes, não seriam todos que poderiam participar das aulas em um novo horário. Ficou combinado o próximo encontro para 30 de junho, liberando-os das duas semanas seguintes em função de outras atividades e o dia 23 de junho por ser feriado. No dia 30 foi o último encontro do semestre, sendo que nas duas semanas posteriores foram realizadas as avaliações

bimestrais.

Em conversa, novamente com a professora de química sobre o Prêmio Jovem Cientista (PJC), verificou-se que o tema do projeto em estudo adequava-se ao tema do PJC 2011. Mais uma vez percebeu-se a importância do assunto e o quanto os estudantes poderiam aprender com este estudo.

4º Encontro (30/06/2011)

Nesse encontro, participaram sete estudantes (50%), sendo dois novos, que não haviam participado dos três encontros anteriores. Observou-se que, por serem voluntários, os demais priorizaram outras atividades, de Biologia e História, previstas para o dia posterior ao encontro.

Dentre as questões propostas: *quais dos estudantes haviam assistido na televisão à propaganda do concurso Prêmio Jovem Cientista 2011? Alguns se manifestaram dizendo: é aquela que tem umas pessoas pedalando umas bicicletas paradas; pedalam para gerar energia que ilumina a cidade.*

Os estudantes foram informados que o XXV Prêmio Jovem Cientista promovido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) tem como tema “Cidades Sustentáveis”, definida como:

Cidade sustentável, ou eco-cidade, é uma comunidade instalada em um espaço projetado para minimizar ou eliminar impactos ambientais. Nela vivem pessoas preocupadas com a utilização racional de energia, água, alimentos e materiais; com a redução da produção de resíduos e poluição; com a manutenção dos recursos naturais, da biodiversidade e com a saúde de todos os seres vivos, co-habitantes do mesmo espaço. (CNPq, 2011).

Um dos sete subtemas para o Estudante do Ensino Médio é “ambientes sustentáveis: casa” com ênfase em “edificações inteligentes: uso racional dos recursos naturais e materiais”, adequando-se perfeitamente com à proposta em estudo. A premiação prevista para os estudantes são *laptops* e bolsas de estudo. A data para entrega do trabalho de pesquisa deve ser 31 de agosto com, no mínimo, três e, no máximo, dez páginas, em tamanho A4.

O grupo mostrou-se interessado em participar, postando no *Moodle* o regulamento. Quanto aos estudantes inscritos, no máximo três pensaram em fazer um sorteio para definir os nomes dos estudantes representantes.

A oportunidade foi adequada para fazer referência à Feira de Ciências do colégio, prevista para ocorrer em outubro, sendo que as inscrições seriam até 14 de

julho, permitindo grupos de, no máximo, quatro participantes. Os estudantes foram convidados durante as aulas regulares pelos organizadores.

Surgiu a necessidade de o trabalho ser dividido em grupos, com subtemas relacionados ao projeto de construção de uma casa ecologicamente sustentável. Quando questionados sobre que subtemas poderiam elencar, surgiram: *C 1 – decoração do interior; C 7 – reaproveitamento do lixo.*

A interferência fez-se necessária, ponderou-se que os subtemas apontados seriam para ser tratados após a obra. Os estudantes perceberam que, sim, esse tema poderia ser incluído no projeto, mas não seria prioridade. O C 1 ofereceu-se para ir ao quadro e listar os subtemas. Emergiram quatro subtemas, quantidade necessária de grupos para a Feira. São eles: *Energia, Hidráulica, Material de Construção e Projeto e Arquitetura.*

Cada estudante voluntariou-se dentro da área com que sentia mais afinidade e escolheram dentre os que não estavam presentes com quem gostariam de trabalhar. Acharam importante definir um responsável pelo financeiro, ou seja, alguém que gostasse mais de matemática para fazer os cálculos.

Solicitou-se que cada grupo elaborasse cinco perguntas, considerando cada subtema, a serem respondidas no decorrer do trabalho. As perguntas deveriam ser postadas no *Moodle*, no espaço destinado a cada grupo, bem como todo o material coletado para o desenvolvimento do projeto.

Foram informados, também, que estavam disponíveis quatro arquivos no *Moodle* e a seguinte orientação foi passada para o grupo:

– os dois primeiros arquivos em *Portable Document Format (PDF)*¹⁵ que aparecem, referem-se à reportagem do Caderno Nosso Mundo Sustentável, do Jornal Zero Hora, no dia 13 de junho de 2011. Com o título “Energia do Coração”, apresenta o agrônomo, fundador do Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas e da Auto Sustentabilidade (Ideas), Organização Não Governamental (ONG) criada em 1997, em Porto Alegre (RS), que se dedica a levar energia limpa e barata para as famílias da chamada base da pirâmide. “*Um louco por energia limpa*” como é chamado na reportagem, construiu em sua propriedade, no município de Santo Antônio da Patrulha (RS), o Centro de Aprendizagem para as Energias Renováveis e Geração Descentralizada. A leitura desse material trouxe subsídios

¹⁵ *Portable Document Format* é um formato de arquivo desenvolvido pela *Adobe Systems* em 1993, para representar documentos de maneira independente do aplicativo, do *hardware* e do sistema operacional usados para criá-los.

para conhecer um pouco do trabalho realizado por este “*gaúcho elétrico*”. Inicialmente estava previsto uma visita ao Centro de Aprendizagem para o dia 30 de junho, mas, devido a outras atividades de alguns profissionais do colégio que deveriam acompanhar o grupo, foi transferida para a primeira semana de agosto;

– o terceiro arquivo postado apresentava um *site* de um projeto residencial sustentável e de alto padrão na cidade de São Paulo. Ele fora construído com containers e pode ser acessado em <http://projetocasacontainer.ad7comunicacao.com.br/>. O *site* precisa ser bem explorado, pois apresenta vários detalhes da obra. Ao clicar na barra de opções do *site*, o ícone “O Projeto” traz diversos recursos ecologicamente corretos com seus respectivos endereços;

– o quarto item postado era uma reportagem da Revista Época, do dia 6 de junho de 2011, com o título “Tecnologias Inovadoras”, que pode ser acessada em <http://revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/0,,EMI238648-15228,00-TECNOLOGIAS+INOVADORAS.html>. Apresenta dez soluções, tais como turbina eólica, lâmpadas de LED, o papel feito com bagaço de cana, o etanol produzido a partir do lixo, o climatizador econômico, o painel solar de plástico, o banco de ações ecológicas, a janela que gera energia elétrica, a reciclagem eficiente e termelétrica limpa.

Nos dias 7 e 14 de julho, estavam previstas as avaliações bimestrais, não ocorrendo os encontros das quintas e logo a seguir iniciaram as férias de inverno. O próximo encontro presencial ocorreu na primeira quinta-feira do mês de agosto.

Observou-se, no decorrer dessa fase, o interesse dos estudantes por meio dos comentários que fizeram após os vídeos. Eles identificaram situações de falta de saneamento, reaproveitamento da água, reciclagem, casas construídas com material reciclado, dentre outros. Além disso, a oportunidade de, pela primeira vez, desenhar a planta de uma casa.

2ª FASE – COMPREENSÃO E EXPLICAÇÃO

Essa fase, segundo Biembengut (no prelo), possibilita o estudante a adquirir conhecimentos curriculares e/ou não-curriculares, desde que seja do seu interesse, complementando os seus conhecimentos com vistas ao tema proposto. Uma saída

de campo e atividades didáticas fomentaram essa fase. Está composta por três encontros (5º ao 7º), descritos na sequência.

5º Encontro (04/08/2011)

Dois dias antes enviou-se aos pais dos estudantes uma autorização para deslocamento até o Centro de Aprendizagem para as Energias Renováveis e Geração Descentralizada que está baseado na cidade de Santo Antônio da Patrulha, localidade do Alto Ribeirão, a 100 km de Porto Alegre (RS), informando o objetivo da visita, horário de partida e chegada ao colégio sem ônus aos participantes.

Dos quatorze estudantes, somente um não acompanhou o grupo a Santo Antônio da Patrulha, pois tinha avaliação de recuperação na tarde prevista. O colégio disponibilizou um micro-ônibus para deslocamento e lanche, arcando com os custos. Enviou ainda cinco professores de áreas distintas, visando a futuras visitas com outros grupos.

Os estudantes partiram do colégio às 12h40. O deslocamento foi tranquilo, o agrônomo e anfitrião aguardavam o grupo num ponto de referência antes da subida do morro, o que proporcionou uma linda vista da BR-101 e da Lagoa dos Barros. Logo, os visitantes visualizaram a placa de identificação do projeto *Alegrias Renováveis* (figura 5), na entrada do estabelecimento, onde chegaram às 14h15.

O dia estava claro, o céu azulado e a temperatura era em torno de 10°C com um vento gelado e muito forte, causando uma sensação térmica de aproximadamente 0°C. Quando foram recepcionados, devido ao frio, foram imediatamente convidados a entrar na casa sustentável.

Figura 5: Placa de identificação do projeto *Alegrias Renováveis*



Fonte: Machado (2012).

O agrônomo e idealizador do Centro fez uma apresentação do roteiro a ser seguido, detalhando o projeto e a construção da casa, abordando os seguintes temas:

- *arquitetura bioclimática;*
- *conservação de energia;*
- *materiais renováveis;*
- *instalações elétricas;*
- *instalações hidráulicas; e,*
- *geração de fontes renováveis.*

Todos (estudantes e o professor, autor desta pesquisa) interagiram com o interlocutor e fizeram vários questionamentos. Fotos foram feitas com os detalhes da casa, como, por exemplo, o colchão de ar, um sistema de ventilação e impermeabilização no forro (figura 6).

Figura 6: Colchão de ar no teto



Fonte: Machado (2012).

Todos saíram da casa para percorrer o caminho “Rota da Sustentabilidade”, onde eram fornecidas informações detalhadas sobre cada uma das estações. As estações são as seguintes:

- solar termia;
- geração eólica;
- casa do sol;
- viveiros meio ambiente & consumo consciente;
- geração hidráulica & biomassa; e,
- geração solar.

Durante todo o percurso, foi notório o interesse e a curiosidade dos estudantes em ver, descobrir e questionar sobre as novidades que viram. Um

exemplo claro foi o caso de um armário resfriado: enquanto todos não descobriram como e por que a temperatura dentro do armário era menor que a temperatura ambiente, as perguntas não cessavam. A explicação e a demonstração do anfitrião foi muito simples: um cano, de 100 mm, fazia uma ligação por baixo da casa, entre o armário e o lado sul da casa, refrescando dentro do armário. Como uma ideia tão simples pode mudar a temperatura de um móvel dentro de casa.

Ao final, um estudante fez o agradecimento, parabenizando o anfitrião e expressando o quão importante tinha sido para eles poder visualizar, na prática, a teoria vista em sala de aula, na sua prática. Mais algumas fotos foram feitas com todos os

Figura 7: Momento do agradecimento



Fonte: Machado (2012).

presentes, conforme figura 7, e o retorno à escola ocorreu às 17h30.

Antes da chegada ao colégio, o professor solicitou ao grupo que postassem no *Moodle* um relatório sobre a visita ao Centro de Aprendizagem. Alguns estudantes não acreditaram, acharam que era brincadeira e perguntaram várias vezes nos dias subsequentes se era mesmo necessário fazer um relatório.

Dos treze estudantes que fizeram a visita ao Centro de Aprendizagem para as Energias Renováveis e Geração Descentralizada, somente um entregou o relatório em mãos e seis foram postados no espaço destinado para entrega, no *Moodle*. Seguem algumas frases dos relatos:

- C 1 - *Quando chegamos na casa, eu tive uma enorme surpresa, pois imaginava uma casa muito mais simples que não teria tanto investimento na decoração. Então este choque me deixou mais interessada ainda.*

- Na casa havia um sistema para conservação de energia, chamado caixa de ar, telhado com manta de sub-cobertura e colchão de ar isolante. Este último existente também entre as paredes internas e externas (figura 8), o que fazia a casa ser 5 graus a mais no inverno e 5 graus a menos no verão.

Figura 8: Colchão de ar entre paredes



Fonte: Machado (2012).

- É um grande projeto, totalmente "verde". Mas será que esta casa pode ser construída em metrópoles? Mesmo com esta dúvida, eu adorei a experiência.

- C 3 - Quando pensamos em casa ecologicamente correta e sustentável, se imagina algo rudimentar e de grande custo para sua construção. Esta visita serviu para acabar com muitos destes "mitos", já que observou-se na prática um destes tipos de imóveis, com apresentação de projetos financeiros.

- C 4 - Observa-se, nesse centro, diferentes tecnologias para a geração de energia renovável, assim como estruturas eficientes de aproveitamento dessa energia. O grande ensinamento que nos foi passado é o seguinte: "não basta gerar energia; é necessário aproveitá-la da melhor maneira possível".

- C 7 - Uma das ideias que mais me chamou a atenção foram "janelas" no teto, para que durante o dia não haja necessidade de ascender lâmpadas. A visita acabou sendo muito produtiva, ou seja, dando ideias, realmente muito boa.

- C 10 - A Casa do Sol (figura 9) é onde toda a energia produzida é armazenada e havia também pequenos

Figura 9: Casa do Sol



Fonte: Machado (2012).

aparelhos que funcionavam somente com a luz solar como lâmpadas e lanternas.

- C 11 - *O criador e coordenador geral do projeto ... também falou da dificuldade em tornar a energia passiva não sustentável dos dias de hoje em algo ambientalmente correto, sobre a necessidade da construção de mínimo impacto e com orientação solar adequada.*

- *Fiquei impressionada com o quão bem-sucedido é o projeto, que visa não só um futuro melhor para a sociedade em relação ao meio ambiente, mas o acesso à energia nas regiões pobres, afastadas e ribeirinhas. Além de ser uma pessoa simpática e atenciosa, mostrou ser um verdadeiro visionário, pois seu projeto foi aprovado em diversos países, tanto pela sua abordagem criativa, como também pela acessibilidade.*

- C 14 - *A visita se mostrou muito interessante ao longo da tarde de sua realização e, com ela, os estudantes aprenderam diversos métodos, materiais, entre outros, sobre como montar uma casa ecologicamente correta.*

6º Encontro (11/08/2011)

Compareceram ao encontro oito estudantes. Alguns dos presentes justificaram algumas ausências, informando que os outros colaboradores estavam no plantão de dúvidas de química.

O laboratório de informática que sempre era utilizado, havia sido requisitado pelo Diretor do Colégio para uma apresentação. Portanto, a sala de aula utilizada para este encontro não teve o auxílio de multimídia.

O professor comentou que sete estudantes haviam entregado o relatório solicitado, e que aguardava que os demais postassem seus relatos.

Uma observação deve ser registrada: em encontros anteriores, quatro estudantes não tinham se pronunciado no grupo. Estes mesmos, coincidência ou não, deixaram de apresentar os relatórios.

Questionados se estavam coletando material para escreverem sobre seus subtemas, dois estudantes responderam:

- C 9 - *Tenho alguma coisa, mas está no meu computador em casa.*

- C 4 - *Pesquisei no site da Prefeitura de Porto Alegre e a base dos terrenos são de 10 x 30 metros. Tenho também umas tabelas com o Custo Unitário Básico de Construção (CUB/m²) e algumas coisas sobre materiais que enviei junto com o meu relatório.*

Os estudantes foram então lembrados da importância de todo o material que encontrassem, mesmo que não fosse o seu subtema, pois poderiam ajudar outro grupo, deveriam postar no *Moodle* para que todos tivessem acesso. O trabalho em equipe é essencial, e todo material encontrado pode ser importante para os grupos.

Perguntou-se ao grupo de estudantes cujo subtema era *Projeto e Arquitetura* se já tinham alguma proposta de planta da casa, mas nenhum deles ainda tinha casa. Um dos integrantes, o C 4, levantou-se e foi até o quadro a fim de desenhar um retângulo de dimensões 10 x 10 e começou a fazer suposições variadas para localização das peças. Todos foram todos até a frente do quadro e participaram dando sugestões, tais como:

- *a cozinha está muito pequena;*
- *vamos fazer uma garagem subterrânea;*
- *não o custo para escavar será muito alto;*
- *a garagem tem que ser do lado;*
- *na minha casa é assim;*
- *faz com dois pavimentos;*
- *tem que fazer uma suíte;*
- *que largura tem que ser a garagem, para poder abrir as portas do carro?*

Nesse momento, já haviam vários desenhos no quadro e o professor deu-se falta de um colaborador que faz parte daqueles que só escutam e pertence ao grupo com subtema *Projeto e Arquitetura*. Como C 4 tomou a iniciativa de ir ao quadro, e ninguém teria pedido a sua opinião, poderia ter se sentido magoado e partido.

Na manhã seguinte, o professor ministrando aula regular para os colaboradores, ao final, questionou, individualmente, o C 2 sobre o porquê de ter se ausentado, qual seria o motivo de ter partido no meio do encontro sem se despedir ou comunicar. A resposta recebida pelo professor foi que nada havia ocorrido, que havia saído porque tinha outro compromisso.

Antes de encerrar o encontro, foi solicitado aos colaboradores como atividade para a semana seguinte, a proposta de planta da casa pronta. O C 1 questionou: *Professor já devo colocar os móveis na planta? Posso pensar em uma horta orgânica nos fundos da casa?* A resposta foi que poderiam, mas o principal era ter a planta da casa com as dimensões de cada peça proporcional ao ambiente: que não

adiantava pensar em um quarto de casal que não tenha espaço para, pelo menos, uma cama e um roupeiro.

7^o Encontro (18/08/2011)

Alguns estudantes, durante a semana, se justificaram por não ter preparado nada para o encontro da semana, dizendo que precisavam cumprir com várias atividades para outras disciplinas. Foram informados, pelo professor, de que poderiam adiar a realização da atividade proposta.

Como apoio para a elaboração do modelo de planta solicitado, preparou-se uma atividade envolvendo conhecimentos de matemática (Números Racionais e Geometria Plana) presentes na elaboração de um projeto na área da Construção Civil.

Para a primeira atividade, foi solicitado que formassem grupos de três estudantes e foi distribuída uma planta de casa, na escala 1:50, junto com calculadora e régua para cada grupo. Também foi solicitado que calculassem a área da cozinha e do quarto do casal. Como as dimensões desses ambientes não estavam expressas na planta baixa, foi necessário medir com a régua e utilizando a escala, fazer a conversão.

Após calcularem as áreas, foram questionados quanto ao conteúdo que usaram para converter as medidas do desenho para o tamanho real. O C 2 respondeu: *É só fazer regra de três.*

Foi solicitado que utilizassem para medida real (MR) e medida no desenho (MD), considerando a escala 1:50, determinassem a fórmula matemática ou modelo utilizado. Obtendo do C 4 a seguinte resposta: *MR = MD . 50, vai dar o resultado em centímetros. Divide-se por 100 para obter em metros.*

Os grupos, figura 10, calcularam corretamente as duas áreas, obtendo 9 m² para a cozinha e 14,5 m² para o quarto do casal.

Na segunda atividade, foram informados que os padrões de iluminação e ventilação natural das peças de uma residência, são determinados pelas Prefeituras Municipais, tendo pequenas diferenças. As aberturas dessas áreas devem ser proporcionais às áreas de piso e esquadrias utilizadas para iluminar e ventilar os ambientes. Tomando como base o Código de Edificações da Prefeitura X, as proporções apresentadas são os padrões mínimos exigidos: dormitórios – 1/6 da

área do piso; e sala de estar, refeitório, copa, cozinha, banheiro – $\frac{1}{8}$ da área do piso.

Com base nas informações acima, foi solicitado:

– Verifique se o coeficiente de iluminação e ventilação está dentro do padrão, sabendo que as duas aberturas externas da cozinha tem $0,8\text{ m} \times 0,7\text{ m}$?

– Calcular a área de iluminação e ventilação mínima do quarto de casal, propondo as dimensões de uma janela, que não deve exceder a altura da porta ($0,8\text{ m} \times 2,10\text{ m}$).

– Para o banheiro social ($3,6\text{ m} \times 1,8\text{ m}$), calcule o diâmetro de uma janela com formato circular, dentro do padrão mínimo.

Observação do C 7, durante a atividade: *Como tem detalhes que a gente nem imagina! A Matemática está presente em tudo.*

A terceira atividade visava a calcular o número mínimo de peças a serem compradas para piso e parede baseando-se na planta distribuída com uma cozinha com duas portas ($2,1\text{ m} \times 0,8\text{ m}$) e duas janelas ($0,8\text{ m} \times 0,7\text{ m}$). Considerando que as paredes devem ser revestidas até o teto (altura da parede = $2,6\text{ m}$) e serão colocadas as mesmas peças no piso e na parede, de dimensões $0,4\text{ m} \times 0,4\text{ m}$. Foi solicitado o número mínimo de peças, pois é necessário acrescentar na compra, um percentual a mais de quebra e corte das peças.

Figura 10: Grupos realizando atividades



Fonte: Machado (2012).

No final dessa fase, observou-se que a visita ao Centro de Aprendizagem para as Energias Renováveis e Geração Descentralizada foi uma oportunidade de visualizar situações estudadas na sala de aula. O interesse foi demonstrado pelo número de perguntas feitas ao idealizador do Centro. Em outro momento, os estudantes verbalizaram ter gostado da atividade proposta, pois tinham aplicado conhecimentos matemáticos que engenheiros, arquitetos, marceneiros e pedreiros utilizam. Identificou-se o interesse dos estudantes quando desenvolvem atividades que não são comuns na sala de aula, fazendo uso de conteúdos matemáticos em situações cotidianas de outros profissionais. Alguns sinais de desinteresse começaram a aparecer, tais como haver menos estudantes comparecendo aos encontros, apresentarem desculpas de ter que estudar ou fazer trabalho e a falta de apresentação das atividades solicitadas.

3ª FASE – REPRESENTAÇÃO E EXPRESSÃO

Instigar a criatividade dos estudantes em resolver as situações propostas, utilizando seus conhecimentos matemáticos e de outras áreas das ciências, é a proposta desta última fase da modelação de acordo com Biembengut (no prelo).

Partindo de um modelo de planta, buscado na internet, os colaboradores fizeram adaptações, chegando ao modelo de planta proposto pelo grupo. Uniram conhecimentos matemáticos ao de outras ciências, para apresentar na Feira de Ciências do colégio, dois trabalhos baseados na sustentabilidade ecológica de uma casa. Essa fase está descrita nos quatro últimos encontros (8º ao 11º).

8º Encontro (25/08/2011)

A expectativa era grande para ver o que haviam preparado. Verificou-se que haviam seis estudantes presentes. Informaram que o C 13 não viria mais, pois começaria a trabalhar à tarde, que uns estavam na biblioteca fazendo um trabalho de História e que outros disseram que ficariam em casa estudando para avaliação de Matemática, pois suspeitavam que poderia ocorrer.

Foram questionados sobre a planta da casa que haviam ficado de trazer. Neste momento, todos se olharam e disseram que não haviam feito, justificando que

precisavam dar conta de muitas outras atividades durante a semana. O professor ficou perplexo: *os colaboradores estavam desistindo do projeto.*

O C 7 questionou: *Professor, o que o senhor vai fazer hoje?* A resposta ao estudante foi que quem tinha de fazer a atividade naquele momento eram eles, que estava ali para orientá-los.

Outro estudante, C 3, perguntou ao professor: *Mas a casa é para o seu mestrado?* O professor e autor da pesquisa informou que o objetivo para o mestrado era outro, assim como o projeto era de uma casa sustentável, poderia ser de uma horta, produção de suco de determinada fruta, construir embalagens, etc.

Nesse momento, o C 4, que em outro encontro foi ao quadro fazer simulações de plantas de casa, levantou-se e foi para o computador, dizendo: *vou procurar uma planta pronta.* Começou uma busca na internet até que escolheu uma com dois quartos, sala, cozinha, banheiro e garagem lateral. Copiou a planta para o *Paint*, software utilizado para edição de imagens, e fez adaptações às medidas de um terreno com 10 metros de frente. Recebeu sugestões de outros três estudantes para trocar de lugar alguns ambientes.

Enquanto isso, outros três estudantes que continuavam sentados mais distantes e não estavam colaborando, foram questionados pelo professor sobre *por que não aproveitavam os computadores que estavam a disposição para uma busca dentro do seu subtema.* Um ligou um computador e começou a busca; outros dois ligaram outro computador, mas permaneceram fazendo tema de outra disciplina.

Ao observar, fez-se a seguinte anotação: *“quando trazia atividades e envolvia-os com novidades, até então não trabalhadas em sala de aula, estavam satisfeitos. No momento em que eles deveriam produzir, ir em busca de materiais e apresentar algo, sentiram-se cobrados e desconfortáveis. É sempre melhor receber tudo pronto e não precisar fazer coisa alguma”.*

Não foi por acaso que o C 4 tomou a frente nesse encontro e em outro anterior, sempre fora um estudante diferenciado em sala de aula e no projeto também com grandes colaborações. Fora o único a buscar e a apresentar artigos, tabelas e sites afins. Participava desde a 5^a série de olimpíadas de matemática, sendo medalhista em várias, e, por consequência, é bolsista de iniciação científica frequentando aulas aos sábados, nos períodos da manhã e da tarde. O excesso de atividades não é desculpa para esse estudante que, com certeza, faz parte de uma minoria em quem se deve investir.

Figura 11: Modelo da planta baixada

Ao término da aula, o C 4 disse que terminaria em casa com outro *software* e enviaria para os colegas opinarem. O modelo de planta enviado é o apresentado na figura 11.

Antes de encerrar, o professor questionou os estudantes presentes quanto a participação no PJC (2011), pois o prazo para inscrição seria até 31 de agosto. Os colaboradores optaram por participar somente da Feira de Ciências, pois estavam com outras atividades paralelas.

9^o Encontro (01/09/2011)



Fonte: C 4 (2011).

Durante a semana, pôde-se observar o diálogo em sala de aula, de um estudante pedindo a outro para enviar o arquivo da planta da casa por *email*.

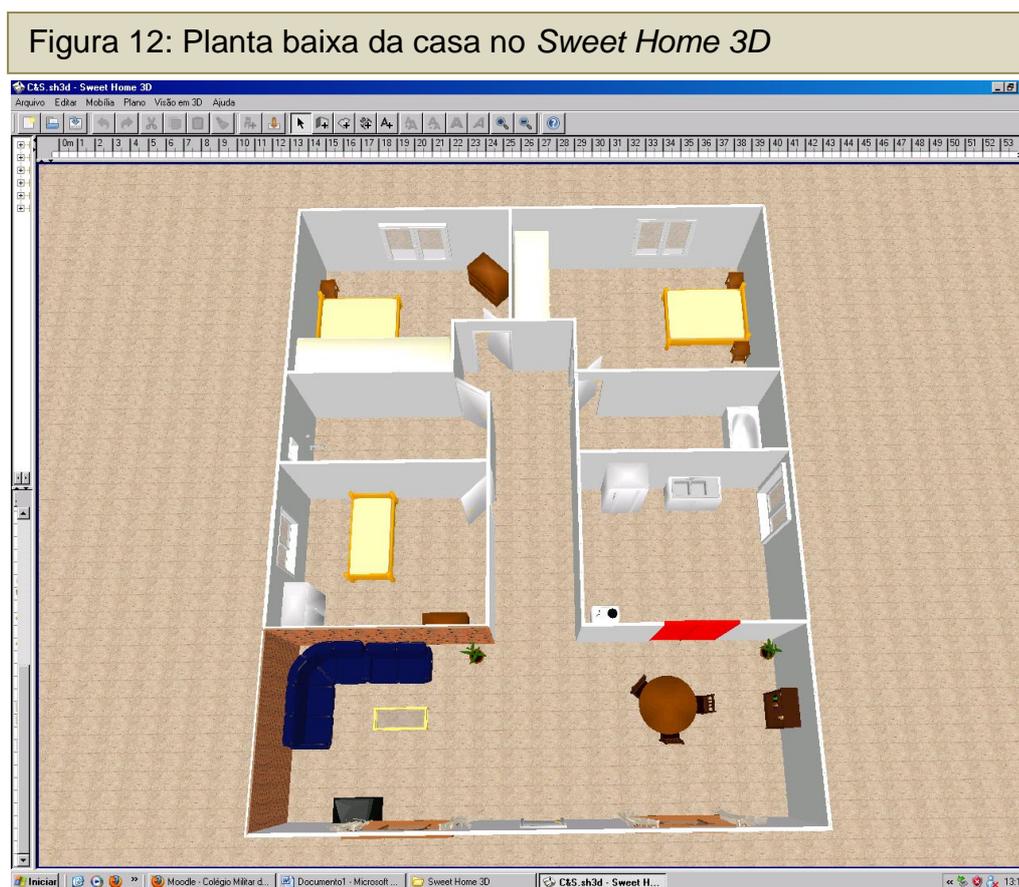
O C 11, que até então só havia participado da visita ao Centro de Aprendizagem para as Energias Renováveis e Geração Descentralizada, não participando de nenhum encontro, escreveu um excelente relatório, e na manhã de segunda-feira, 29 de agosto, entregou a planta da casa que havia feito.

O professor espantou-se quando se deparou com uma “planta de casa” em uma folha de caderno desenhada, sem escala e uso de régua, mas com todos móveis nos seus respectivos lugares. Ao devolver a folha ao estudante, disse que outros estudantes já estavam trabalhando com uma planta baixa no computador. O estudante desconhecia a informação e pediu para que o professor aceitasse e valorizasse, como se participar do projeto e por fazer as atividades fosse atribuído nota, pois tinha ficado toda a manhã, durante as aulas de outras disciplinas, desenhando. Vale ressaltar que, em nenhum momento, foi combinada atribuir nota às atividades ou à participação nelas. Essas situações estão presentes na sala de aula: estudantes desinteressados no que está sendo ministrado realizam outras

atividades, quando fazem, estão em busca de nota e cada vez mais distantes do aprender.

O professor foi para o encontro resolvido que se os estudantes nada tivessem produzido, encerraria os encontros. Chegando ao Laboratório de Informática, quatro estudantes estavam presentes, sendo que dos presentes, nenhum dos responsáveis pelo modelo de planta da casa. Como nas semanas anteriores, já traziam algumas justificativas para as ausências dos demais estudantes.

O C 12 disse ter feito uma cópia da planta do C 4 e trabalhou com *Sweet Home 3D*, uma aplicação de *design* interior com uma visualização em 3D, conforme mostra a figura 12. Mostrou o que havia desenvolvido e obteve como resposta que poderia fazer uso daquele trabalho na Feira de Ciências, complementando com o que faltava.



Fonte: C 12 (2011).

Foi feito um agradecimento aos quatro presentes e dado por encerrado os encontros das quintas-feiras, mas continuaria orientando-os para a Feira de

Ciências, pois todos estavam inscritos. Disse que o espaço do *Moodle* ficaria aberto para postarem seus materiais de busca.

Antes de encerrar o encontro e na manhã seguinte, durante as aulas regulares, todos os estudantes foram lembrados de que a comissão organizadora da Feira de Ciências havia solicitado que procurassem seus respectivos orientadores, a fim de apresentar até o dia 2 de setembro o que já haviam produzido.

Na noite de 1^o de setembro, foram recebidos, por meio do *Moodle*, dois arquivos contendo a busca que os colaboradores fizeram na internet. O retorno enviado, via *Moodle*, aos estudantes consta na figura 13.

Figura 13: Retorno sobre arquivo recebido

Ok, verifiquei o que enviaram.

No arquivo "Feira de Ciências – Início", o recorta e cola de vários sites está bom como coleta de material.

Lembro que como trabalho não poderá ter mais que 3 palavras copiadas, exceto as citações. O texto deve ser reescrito.

Válido para todos.

No outro arquivo, vejo apenas as fontes (nomes de sites) que serão pesquisadas.

Penso que todos que pretendem continuar, terão muito trabalho pela frente.

Um abraço e bom trabalho.

Fonte: Machado (2012).

Pelo regulamento da Feira de Ciências, cada estudante poderia estar inscrito em apenas um grupo, fazendo com que os colaboradores que estavam engajados em outros projetos tivessem que optar. Inicialmente os quatro grupos estavam inscritos.

O professor era orientador de sete grupos, e integrantes de três grupos o procuraram. A comissão organizadora da Feira acabou prorrogando para 15 de setembro o prazo máximo para que os orientadores verificassem os trabalhos, aprovando-os ou vetando-os. Dos sete grupos, no dia 15, cinco grupos mostraram seus trabalhos, sendo dois grupos referentes ao projeto Casa C&S. Os grupos autodenominaram-se Casa Sustentável e Casa Sustentável 3.

No período de 21 de setembro a 02 de outubro, ocorreram as avaliações do terceiro bimestre, direcionando foco dos estudantes no mês de setembro. Com a Feira de Ciências marcada para 19 de outubro, foram realizados encontros nos dias

06 e 13 de outubro, utilizando os mesmos dias da semana, local e horários dos encontros anteriores.

10º Encontro (06/10/2011)

Os participantes dos dois últimos encontros foram os estudantes inscritos nos dois grupos, formados por:

– Casa Sustentável – com foco em analisar a utilização de técnicas, tecnologias e matérias sustentáveis para uma casa, o grupo deu ênfase na pesquisa do aproveitamento de recursos hídricos para uma casa sustentável. Era composto por dois estudantes;

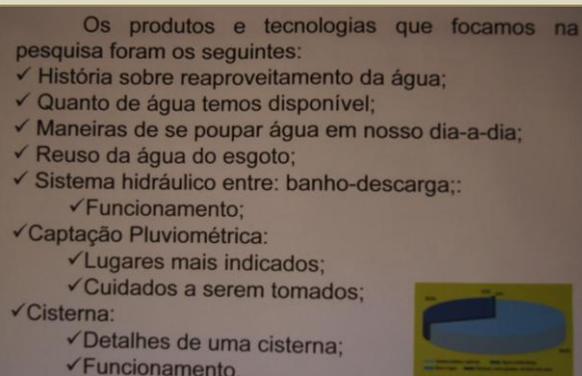
– Casa Sustentável 3 – com foco em avaliar a possibilidade de utilização de tecnologias que promovam o uso racional de energia e água em uma casa de ambiente urbano. Para tanto, foram feitos estudos sobre essas tecnologias, explorando disponibilidade, funcionamento, facilidade de aplicação, custo, entre outros fatores. O grupo deu ênfase na pesquisa de materiais de construção sustentáveis. Era composto por três colaboradores e um novo integrante que não havia participado de nenhum encontro.

Foram apresentados pelos grupos os materiais coletados e uma ideia do que seria apresentado em *PowerPoint*. Foram orientados sobre o que deveria ser acrescentado e o que estava fora do tema abordado por cada grupo. Foi feita a sugestão para que tentassem mostrar no momento da Feira, alguns dos materiais indicados para a construção.

11º Encontro (13/10/2011)

Os grupos foram orientados quanto à disposição das informações e o que deveria constar no *pôster* previsto pelo regulamento da Feira de Ciências. Durante os dias que antecederam a feira, os estudantes utilizaram o *moodle* e as aulas presenciais para esclarecerem as últimas dúvidas. Constaram, na exposição, as seguintes informações:

Figura 14: *Casa Sustentável* – conteúdo apresentado



– *Casa Sustentável* – apresentaram a apresentação em *PowerPoint* que haviam preparado, dando ênfase ao reaproveitamento da água da chuva. O conteúdo das imagens da apresentação fizeram parte do pôster. Tinham como lema: *A casa sustentável deve promover o uso racional de energia e dos recursos hídricos, além de construir um projeto economicamente viável e socialmente aceito*. Nela, os estudantes relataram o método utilizado para obtenção dos dados: os meios de busca, a visita de campo e os encontros. As fotos referem-se à figura 14, que apresenta o conteúdo do trabalho: (1) desde a Grécia Antiga, há relatos de discussão sobre sustentabilidade e reaproveitamento de água; (2) está disponível para consumo, 0,007% da água do planeta; (3) para evitar o desperdício, existe válvula de descarga para vaso sanitário, com acionamento duplo, liberando o volume de água conforme a necessidade; (4) reaproveitamento da água do banho para futuras descargas; (5) para um banho, onde um chuveiro com vazão média de 3,5 litros/min e tempo de 15 min, o consumo mensal é de 1.575 litros; (6) a descarga com vazão de 10 litros, tendo uma média diária de cinco vezes ao dia, o consumo mensal é de 1.500 litros;

Reuso da água do banho em descargas: este é um método pouco conhecido, mas muito eficaz: ele se baseia praticamente, em levar toda a água utilizada durante o banho para um reservatório, onde futuramente será utilizado para descargas.

Consumo médio diário com banho:
obs.: chuveiro com vazão média de 3,5 Litros por minuto, e banho de +/- 15 minutos
 1)- $15 \times 3,5 = 52,5$ Litros;
 2)- $52,5 \times 30$ (dias) = 1575 Litros/mês = $1,57\text{m}^3$
 3)- Isso significa 34,88% do consumo mensal.

Consumo médio diário com descargas:
Obs.: cada descarga tem vazão de +/- 10L
 1)- média de descargas = 5 vezes ao dia = 50Litros/dia.
 2)- $50 \times 30 = 1500$ Litros/mês = $1,5\text{m}^3$.
 3)- Isso significa 33,33% do consumo mensal.

Captação Pluviométrica: um dos sistemas mais conhecidos por todos, mas também um dos que exige maiores cuidados para utilização. Devemos tomar alguns cuidados, tal como: evitar cidades (devido a presença de alguns gases), escolher com critério o local de armazenagem, filtros, etc. Fora estes fatores, as maiores dificuldades são encontradas devido à falta de espaço, engenharia (algumas vezes) complexas e investimentos financeiros.

Cisternas: por se tratar de um sistema de captação pluviométrica, deve-se tomar os mesmos cuidados até então citados. Além do mais, deve-se cuidar: tratamento da água, utilização, capacidade de armazenagem e manutenções periódicas.

Qual economia uma cisterna pode trazer à minha conta de água?

Você tem uma casa de 120m^2 . Suponhamos que na sua região chova por ano 2300mm. E o preço por m^3 de água for R\$ 4,00.

$120\text{m}^2 \times 2300\text{mm} = 276000$ litros de água ou $276 \text{ m}^3 \times \text{R\$ } 4,00 = 1.104,00$ reais economiza dos por ano.

O funcionamento de uma cisterna muitas vezes não é simples, pois envolve forma do telhado, material utilizado, filtros, encanamentos e índices pluviométricos.

APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA
 PROJETO EXPERIMENTAL PARA CASAS POPULARES

Fonte: Machado (2012).

(7) captar água da chuva torna-se difícil devido os critérios de armazenagem e filtros; e (8) o uso de cisterna, para captar água da chuva, por meio do telhado pode

ser boa opção para economia. Concluíram desvendando o mito, de não ser possível ter uma casa sustentável e confortável, ap resentando sugestões possíveis e que fazem diferença para a preservação da natureza.

– *Casa Sustentável 3* – os estudantes informaram que estavam tentando conseguir, junto a uma fábrica de tijolos ecológicos, algumas unidades. Já estava certo que mostrariam o sistema de descarga com acionamento duplo para vasos sanitários, amostras de pisos e uma caixa com lâmpadas LED, fluorescente e incandescente, fazendo um comparativo entre os tipos de lâmpadas. Essas fotos fazem parte da figura 15, que apresenta os produtos e tecnologias focados no trabalho: (1) comparativo entre telha de amianto e ecotop, produzida a partir de embalagens de pasta de dentes e resíduos pós-industriais; (2) tintas naturais produzidas com base de terra, sem pigmentos químicos; (3) tijolo modular de solo-cimento, com menor custo, pois reduz tempo de obra, proporciona melhor conforto térmico e é composto por 80% de terra; (4) gráfico comparando sistemas de acionamento de descarga: sistema antigo e o ecoflush, que tem a opção de escolha de descarga com 3 ou 6 litros; (5) tabela comparando as lâmpadas: LED, incandescente e fluorescente; e (6) o isolamento térmico e acústico proporcionado por uma caixa de ar. Tendo como questão inicial: *É viável a*

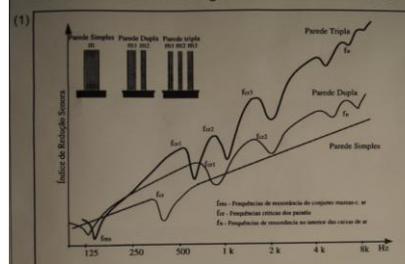
Figura 15: *Casa Sustentável 3* – conteúdo apresentado

Ecotop: produzida com matéria-prima proveniente de embalagens de pastas de dentes e resíduos pós-industriais.

	Telha de Amianto	Ecotop
Dimensões (CxLxE)	213mm x 110mm x 6mm	220mm x 100mm x 6mm
Transmissão de Calor	-	30% a 40% menor que as telhas de amianto
Absorção de água	25 a 30%	0,00%
Massa	28,4 Kg	14,0 Kg

Tintas de Terra Naturais: produzido, principalmente, à base de terra, não leva pigmentos químicos. Permite a "respiração da parede" e não libera compostos orgânicos voláteis.

Caixa de Ar: proporciona isolamento térmico e acústico, devido as propriedades do ar atmosférico. Observe o gráfico e a tabela abaixo:



Material	cobre	alumínio	água	gelo	ar(seco)
Condutibilidade (J/s.m.K)	428	235	6,3	2,3	0,026

Retirado de: (1) <http://bit.ly/pcDpms>
(2) <http://bit.ly/ooE7By>

Tijolo Modular de Solo-Cimento

(BTC): é composto por, aproximadamente, 80% de terra. Apresenta custo menor que as alternativas convencionais, agregando altíssima qualidade, redução no tempo de obra e garantindo melhor conforto termo-acústico.



Lâmpadas LED: um conceito revolucionário em iluminação. Características:

- Alta eficiência energética.
- Tamanho diminuto, o que facilita a utilização em circuitos eletrônicos.
- Vida útil elevada.

LED	INCANDESCENTE	FLUORESCENTE
POTÊNCIA (POR LÂMPADA, EM WATTS)		
7 WATTS	40 WATTS	9 WATTS
CONSUMO DE ENERGIA (EM kWh)		
0,007	0,04	0,009
VIDA ÚTIL (EM HORAS)		
50000	10000	10000
PREÇO MÉDIO		
120	1,50	10

Baseado em: <http://bit.ly/qxRTa2>

escolar, podemos dizer que o interesse deles transformou-se em felicidade, pois “as emoções que acompanham o crescimento progressivo do curso de uma ação, de um movimento contínuo de expansão e realização, constituem a felicidade” (DEWEY, 1978, p. 81).

Nessa fase pôde-se identificar o “interesse transferido”, como abordado por Dewey (1978), que acontece quando existe algo que não se aprecie, que não dê satisfação, mas que, no decorrer do processo, passa a ser interessante quando olhado como meio para invocar sua atenção. No oitavo encontro, quando o professor disse que o trabalho deveria ser de responsabilidade dos estudantes, que estaria naquele momento para orientá-los e observá-los, pois não traria mais atividades, surgiu o questionamento: *Mas a casa é para o seu mestrado?* Pôde-se observar que os dois grupos que seguiram desenvolvendo suas atividades até a Feira de Ciências, seguiram o processo com satisfação e interesse em estudar aquele assunto, sem o intuito inicial de contentar o professor. Dessa forma, “o estudante passa a ter sua atenção totalmente voltada para o trabalho e não mais para o professor e o tema passa a ser dele, e não mais do professor” (HERMINIO; BORBA, 2010, p. 119).



Fonte: Machado (2012).

DESCRIÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Como parte dos instrumentos de coleta de dados, o questionário permite coletar outras informações e “complementar dados colhidos em outras fontes e com outras técnicas” (BIEMBENGUT, 2008, p. 107).

O questionário (apêndice C), composto por dez perguntas de múltipla escolha e uma aberta, foi postado no *Moodle* após os onze encontros, em 14 de outubro, e quando foi solicitado aos colaboradores que o respondessem e postassem suas respostas no ambiente virtual. Dos quatorze colaboradores, um não postou o questionário.

O mapa 16 apresenta as perguntas e as respostas ao questionário respondido pelos colaboradores.

Mapa 16 – Perguntas e respostas do questionário

	Interesse	Curiosidade	Não sei	
O que levou você a aceitar o convite?	25%	64%	11%	
	Interessado	Curioso	Indiferente	Não sei
O convite para participar do grupo de pesquisa, o deixou:	46%	54%	0%	0%
	Aprendizado	Nota	Não sei	Outros
A sua participação visava:	77%	0%	8%	15%
	No início das atividades	Durante o desenvolvimento das atividades	Na conclusão das atividades	Em nenhum momento
Em que momento você se sentiu mais interessado?	46%	46%	8%	0%
Em qual momento você se sentiu mais desinteressado?	8%	23%	46%	23%
	Interessante	Indiferente	Não sei	Não gostei
Em sua opinião, o professor ao expor as atividades é:	54%	31%	7%	8%
Em sua opinião, o professor ao solicitar que você execute as atividades sem que ele mostre todos os caminhos é:	54%	23%	0%	23%
O fato de você em muitos momentos ter tido que buscar as informações para desenvolver a atividade foi:	92%	0%	0%	8%

Ter participado do projeto de pesquisa para você foi:	84%	0%	8%	8%
	Sim	Não	Não sei	
Você acharia interessante outros estudantes repetirem essa atividade?	92%	8%	0%	
Espaço para sugestões/opiniões/críticas				
C 6 – <i>Execução do trabalho por apenas um grupo, exploraria a divisão de tarefas e o trabalho em grupo.</i>				
C 10 – <i>O projeto contou com atividades que envolviam os estudantes no tema, como a saída de campo, o que fez despertar o interesse e a curiosidade sobre o assunto abordado.</i>				
C 11 – <i>Não acho que o professor deva mostrar todos os caminhos para elaboração do projeto, mas não acho interessante fazer tudo por conta própria. Nesse sentido o projeto foi bem sucedido.</i>				
C 12 – <i>Projeto muito bom, aprendemos muitas coisas.</i>				

Fonte: Machado (2012).

Os dados apresentados no mapa 16 revelam que os colaboradores ao receber o convite para participar de um grupo de pesquisa, estavam interessados e curiosos, pois 77% buscavam aprendizagem. Quanto ao momento que despertou maior interesse, 92% responderam ser no início e no desenvolvimento das atividades, já 46% dos colaboradores responderam que se sentiram mais desinteressados na conclusão das atividades. Um dado relevante é que apenas 23% responderam que, em nenhum momento, se sentiram desinteressados.

Quando perguntados se preferiam que o professor solicitasse as atividades, sem mostrar o caminho para execução, 54% responderam achar interessante a proposta. Marcaram no questionário ser interessante buscar informações para desenvolver as atividades, 92% dos estudantes, e o mesmo percentual recomenda que a atividade seja repetida para outros estudantes. Os dados tabulados corroboram com as observações que o professor fez durante os encontros.

3.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Neste capítulo foi realizada uma descrição de como foram desenvolvidas as atividades do projeto “CASA: Conforto & Sustentabilidade”, fora do horário das aulas regulares. É apresentada a descrição de todos os procedimentos. Justifica-se a realização do projeto em horário extraclasse e a necessidade de obter autorização da direção da escola, para aplicação do projeto, uso de equipamentos e suas

instalações. Também há um relato sobre como os estudantes voluntários foram convidados a participar.

Há uma descrição das atividades desenvolvidas, bem como a participação dos colaboradores nos onze encontros. Vale ressaltar que a previsão inicial era de treze encontros, seguindo as três fases da modelação: percepção e apreensão, compreensão e explicação, e representação e expressão. Além disso, apresenta-se a tabulação dos resultados do questionário proposto no término dos encontros.

Lista-se, a seguir, ocorrências de interesse e desinteresse durante os encontros, de acordo com as três fases da modelação:

1ª FASE – PERCEPÇÃO E APREENSÃO

Observou-se que, durante todas as atividades, o interesse em realizá-las era perceptível. Os estudantes aparentavam estar felizes em estar fazendo aquele trabalho pela primeira vez, e o C 7 verbalizou: *Vai ser a minha primeira planta de casa.*

No decorrer desta fase, foi percebido o interesse dos estudantes por meio dos comentários que fizeram após os vídeos. Foram identificadas situações de falta de saneamento, reaproveitamento da água, reciclagem, casas construídas com material reciclado, dentre outros.

2ª FASE – COMPREENSÃO E EXPLICAÇÃO

Nessa fase, quando ocorreu a visita à casa ecologicamente sustentável, todos (estudantes e o professor, autor desta pesquisa) interagiram com o agrônomo e fizeram vários questionamentos.

Durante todo o percurso, foi notório o interesse e a curiosidade dos estudantes em conhecer tudo, descobrir e questionar sobre as novidades que viram. Um exemplo claro foi o caso do já citado armário resfriado: enquanto todos não descobriram como e por que a temperatura dentro do armário era menor que a temperatura ambiente, as perguntas não cessavam.

Quando chegamos na casa, eu tive uma enorme surpresa, pois imaginava uma casa muito mais simples que não teria tanto investimento na decoração. Então este choque me deixou mais interessada ainda.

Fiquei impressionada com o quão bem-sucedido é o projeto, que visa não só um futuro melhor para a sociedade em relação ao meio ambiente, mas o acesso à energia nas regiões pobres, afastadas e ribeirinhas. Além de ser uma pessoa simpática e atenciosa, mostrou ser um verdadeiro visionário, pois seu projeto foi aprovado em diversos países, tanto pela sua abordagem criativa, como também pela acessibilidade.

A visita se mostrou muito interessante ao longo da tarde de sua realização e, com ela, os estudantes aprenderam diversos métodos, materiais, entre outros, sobre como montar uma casa ecologicamente correta.

Alguns dos presentes aos encontros justificaram algumas ausências, informando que os outros colaboradores estavam no plantão de dúvidas de química.

Alguns estudantes, durante a semana, se justificaram por não ter preparado nada para o encontro da semana, dizendo que precisavam cumprir com várias atividades de outras disciplinas.

Observação do C 7, durante a atividade: *Como tem detalhes que a gente nem imagina! A Matemática está presente em tudo.*

Identifica-se o interesse dos estudantes quando desenvolvem atividades que não são comuns na sala de aula, fazendo uso de conteúdos matemáticos em situações cotidianas de outros profissionais.

Alguns sinais de desinteresse começaram a aparecer, tais como a diminuição da frequência dos estudantes aos encontros, a apresentação de justificativas de ter que estudar ou fazer trabalho e as atividades solicitadas não estavam sendo realizadas.

3ª FASE – REPRESENTAÇÃO E EXPRESSÃO

Verificou-se que haviam seis estudantes presentes. Informaram que o C 13 não viria mais, pois começaria a trabalhar à tarde. Uns estavam na biblioteca fazendo um trabalho de História e outros disseram que ficariam em casa estudando para avaliação de Matemática, pois suspeitavam que poderia ocorrer.

Foram questionados sobre a planta da casa que haviam ficado de trazer. Neste momento, todos se olharam e disseram que não haviam feito, justificando que tinham muitas outras atividades durante a semana. O professor ficou perplexo: os colaboradores estavam desistindo do projeto.

O C 7 questionou: *Professor, o que o senhor vai fazer hoje?*

Outro estudante, C 3, perguntou ao professor: *Mas a casa é para o seu mestrado?*

O C 4, que em outro encontro foi ao quadro fazer simulações de plantas de casa, levantou-se e foi para o computador, dizendo: *vou procurar uma planta pronta.*

Outros três estudantes que continuavam sentados mais distantes e não estavam colaborando, foram questionados pelo professor: *por que não aproveitavam os computadores que estavam a disposição para uma busca dentro do seu subtema?* Um ligou um computador e começou a busca; outros dois ligaram outro computador, mas permaneceram fazendo tema de outra disciplina.

Ao observar, fez-se a seguinte anotação: *“quando trazia atividades e envolvia-os com novidades, até então não trabalhadas em sala de aula, estavam satisfeitos. No momento em que eles deveriam produzir, ir em busca de materiais e apresentar algo, sentiram-se cobrados e desconfortáveis. É sempre melhor receber tudo pronto e não precisar fazer coisa alguma.”*

O professor espantou-se quando se deparou com uma “planta de casa” em uma folha de caderno desenhada, sem escala e uso de régua, mas com todos móveis nos seus respectivos lugares. Assim, devolveu-a ao estudante, esclarecendo que outros estudantes já estavam trabalhando em cima de uma planta baixa no computador. O estudante desconhecia a informação e pediu para que o professor aceitasse e valorizasse, como se participar do projeto e fazer as atividades fosse atribuído nota, pois tinha ficado toda a manhã, durante as aulas de outras disciplinas desenhando.

Quatro estudantes estavam presentes ao encontro, sendo que dos presentes, nenhum dos responsáveis pelo modelo de planta da casa. Como nas semanas anteriores, o grupo presente já trazia algumas justificativas para as ausências dos demais estudantes.

O professor assistiu a alguns momentos das apresentações e recebeu elogios pela qualidade dos projetos apresentados pelos estudantes.

Ao observar os estudantes, pertencentes aos dois grupos que participaram da Feira, engajados na preparação do material a ser apresentado, bem como no momento da exposição, em evidência frente a comunidade escolar, podemos dizer que o interesse deles transforma-se em felicidade, pois “as emoções que

acompanham o crescimento progressivo do curso de uma ação, de um movimento contínuo de expansão e realização, constituem a felicidade (DEWEY, 1978, p. 81).

Com a descrição das atividades, as observações que o professor fez sobre os colaboradores da pesquisa e os resultados do questionário em conjunto com os dados do mapa teórico possibilitaram fazer, no capítulo IV, a análise do interesse desse grupo de estudantes em aprender.

Capítulo 4 – MAPA DE ANÁLISE

*Seja um estudante, não um seguidor.
Não vá simplesmente fazer o que alguém diz.
Tenha interesse pelo que alguém diz, então debata,
pondera e considere de todos os ângulos.*

Jim Rohn

4.1 APRESENTAÇÃO

Neste mapa de análise, fez-se interação entre o mapa teórico e o mapa de campo. O objetivo desta pesquisa é analisar o interesse de um grupo de estudantes do 1º ano do Ensino Médio em aprender matemática, utilizando-se como método a modelação matemática e os recursos tecnológicos. Realizou-se um projeto desenvolvido extraclasse. Para a análise ora realizada, a literatura que serviu de suporte enfocava três distintas vertentes teóricas: Interesse, Modelagem Matemática e Tecnologia, conforme apresentado no capítulo 2.

A modelação matemática ou modelagem matemática na educação escolar tem sido defendida como recurso metodológico há décadas, possibilitando que o estudante, em qualquer nível escolar, adquira conhecimentos e também aprenda a pesquisar. Segundo Biembengut,

o propósito em se utilizar da modelagem na educação – *modelação* – muito mais que ensinar específicos conteúdos curriculares ou a aplicabilidade deles, é essencialmente a de levar os estudantes em qualquer fase de escolaridade, a pesquisar; condição não comum no dia a dia em sala de aula. Mas, como não se faz pesquisa sem conhecimento, na *modelação*, implica ensinar conteúdos e, ao mesmo tempo, ensinar o estudante a fazer pesquisa. Com foco na pesquisa, a modelação oportuniza ao estudante entender uma situação ou um contexto e conhecer a linguagem da matemática que lhe permita descrever, representar, resolver uma situação ou um assunto de seu contexto e interpretar/validar o resultado dentro desse contexto – aprender a arte de modelar, a pesquisar. (BIEMBENGUT, no prelo).

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) fazem parte do cotidiano da maioria dos estudantes que cresceu em meio a elas. Essa geração *Homo zappiens*, assim denominada por Venn e Vrakking (2009), “atua em uma cultura cibernética global com base na multimídia” (*ibid.*, p. 30). A maior parte das informações que as pessoas procuram, está na grande rede de computadores, a

internet. O *Homo zappiens* aprende desde cedo que são muitas as fontes de informações e que essas fontes apresentam verdades diferentes.

Segundo Moran (2009), o professor exerce a função de orientador na presença do estudante, propondo reflexões, interpretações, juízos e discernimento na seleção das informações. Elas vão se tornar significativas quando o estudante assimilar o seu real significado, incorporando-as, transformando-as em parte do seu contexto pessoal.

Embora as teorias e as proposições sobre modelagem na educação e sobre TIC são defendidas e propostas inclusive nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), ainda há dificuldade em torná-las uma prática “tradicional” no modelo de ensino vigente. Uma das razões reside no “interesse” dos professores (ou na falta dele) em procurar alternativas ao modelo de como aprenderam a ensinar, bem como o interesse dos estudantes a aprender conteúdos curriculares.

Neste capítulo, apresenta-se a análise desta pesquisa: uma tentativa de compreender os feitos e os resultados das atividades extraclasse com os estudantes, e, apoiados na literatura, explicitar essa compreensão. Levando em conta os recentes achados da literatura sobre interesse, assume-se como verdade, que o *interesse é emocional*: depende de quem está envolvido, qual é sua faixa etária, em que meio vive e em que momento se encontra. Envolve multiplicidade de objetos e relações. Pode ser individual ou coletivo. Considerando que o individual pode levar ao coletivo, ou o coletivo, ao individual.

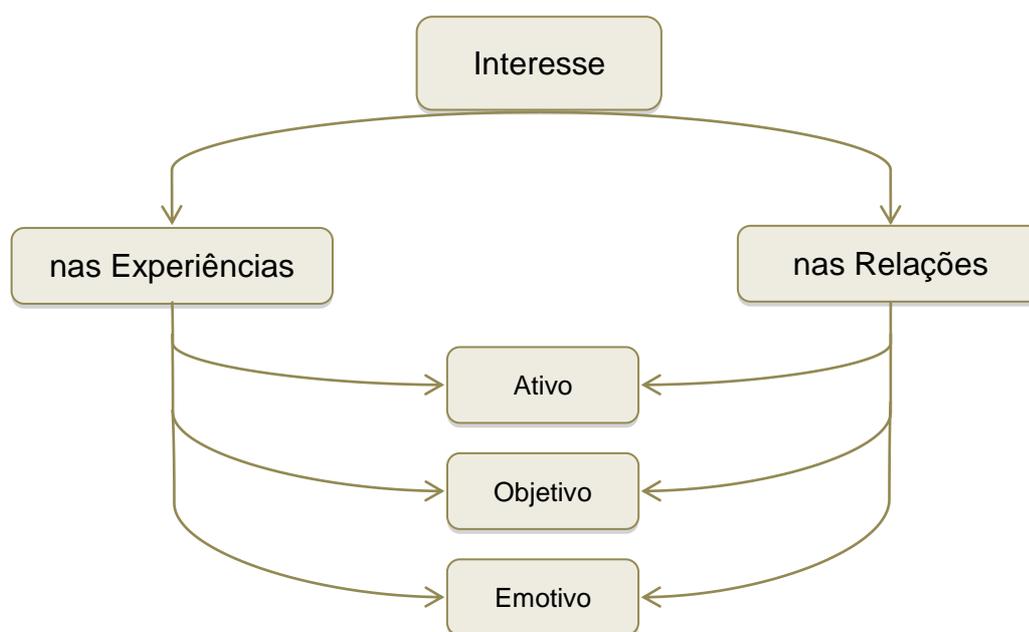
Pelo que Herbart (1966) esclarece sobre o ensino, entende-se que os pré-requisitos para o estudante aprender se encontram na experiência – conhecimento adquirido – e nas relações interpessoais. E dado o que explica Dewey (1978), o interesse pode ser ativo – ímpeto por algo, objetivo – em relação direta com o objeto, ou emocional – subjetivo.

A partir dos trabalhos de Herbart (1966) e Dewey (1978), Biembengut (no prelo) estabelece duas categorias de análise: *interesse nas experiências* e *interesse nas relações*. E destas duas categorias (mapa 17), as seguintes subcategorias, a saber:

- (1ª) *interesse nas experiências* – ocorre na medida em que a pessoa realiza ou se envolve em alguma experiência, efetua um ensaio para descobrir ou compreender um fato, vivenciando-o. Esse interesse pode advir de:
 - a) ímpeto, repentino e momentâneo por algo – *interesse ativo*;

- b) interação com algo que acarreta conhecimento – *interesse objetivo*; e,
 - c) algo, fato, ideia que provoque emoção – *interesse emotivo*.
- (2ª) *interesse nas relações* – se expressa quando a pessoa interage com outra ou entre outras e compartilha conhecimento ou necessidades. Esse interesse pode manifestar-se por meio de:
- a) empatia por uma pessoa, identificação com outra no curso da relação social, profissional, cotidiana – *interesse ativo*;
 - b) interação com fato, informação, conhecimento transmitido por alguém – *interesse objetivo*;
 - c) expressões, exteriorização de ideias, comoções e sentimentos – *interesse emotivo*.

Mapa 17 – Categorias de análise do interesse



Fonte: Machado (2012).

O capítulo divide-se em dois itens: 4.2 Análise da aplicação pedagógica e 4.3 Conclusão e recomendações.

4.2 ANÁLISE DA APLICAÇÃO PEDAGÓGICA

A análise é construída a partir dos relatos dos encontros extraclasse com os estudantes, bem como, por meio das atividades neles desenvolvidas e ambos

constam no mapa de campo e são descrito no capítulo 3. Participou um grupo de 14 estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma Escola Pública, localizada no município de Porto Alegre (RS). Eles se envolveram no projeto de construção de uma casa ecologicamente sustentável, que seguiu as três fases da modelação, propostas por Biembengut (no prelo): *percepção e apreensão, compreensão e explicação, e representação e expressão.*

1ª FASE – PERCEPÇÃO E APREENSÃO

Nesta fase, o professor e autor desta pesquisa, procurou instigar a percepção dos estudantes com vídeos e instigar também a apreensão com atividades pedagógicas que foram postadas no meio tecnológico, *Moodle*, Ambiente Virtual de Aprendizagem que estava à disposição para que todos os alunos pudessem compartilhar suas buscas e interagir entre si e com o professor.

Os vídeos tratavam de aglomerações urbanas, alta densidade populacional, construções inadequadas e deslizamento de encostas em favelas, alagamentos, crianças brincando no esgoto, problemas com lixo, marginalização, dentre outros. Foi um momento que proporcionou um debate com falas como: *Existe, mas parece que está longe de nós. Ou somos nós que não queremos ver o que está tão próximo!* Entende-se que é mais fácil omitir-se, não mostrar interesse em resolver, do que enfrentar desafios.

Embora esses estudantes vivenciem outra realidade, e o documentário pode dar a entender para alguns ser um filme de ficção, foi possível identificar no primeiro encontro, o *interesse nas experiências*, tanto *ativas*, quanto *emotivas*, ao se darem conta que muitas pessoas sobrevivem daquilo que eles, estudantes com condições econômicas e sociais até privilegiadas, não querem e, ainda, que muitas crianças têm no depósito de lixo um espaço para suas atividades lúdicas. Esse *interesse nas experiências ativas* quanto *emotivas* se revelou naqueles estudantes que, em sintonia com o tema, trouxeram depoimentos de programa de televisão que aborda sustentabilidade em residências, exemplos de materiais ecológicos utilizados nas construções, o que pode ser reaproveitado em uma casa, dentre outros. Enquanto, outros, que precisam ser instigados com perguntas diretas, quando contribuía, o faziam através de curtas respostas, participando menos.

Ao término do debate, foi proposto aos estudantes o projeto de construção de uma casa ecologicamente sustentável. Foi então que se percebeu surpresa e interesse por parte deles, que notaram existir realmente a possibilidade de propor uma alternativa de moradia ecologicamente sustentável que poderá, num futuro, melhorar a qualidade de vida nas cidades e contribuir com a *Sustentabilidade do Planeta*. Uma das possíveis interpretações para essa atitude de manifestar surpresa é entendê-la como curiosidade. Até chegar o primeiro encontro, durante as aulas regulares e nos intervalos, os estudantes questionavam o que seria feito no projeto. No questionário, aplicado após o término dos onze encontros, quando perguntados sobre o que levou a aceitarem o convite, 64% responderam que foi por curiosidade e 25% por interesse.

No início do segundo encontro, o professor, ao informar que faria uma introdução utilizando um vídeo, viu aparecer a primeira verbalização de desinteresse: *Ah, não, professor! Vai ser vídeo hoje de novo?* Na sequência, foi proposta uma atividade em que teriam que estimar a área da sala em que estavam a fazer a medição para o cálculo da área, trabalhar com escalas e propor a planta de uma casa de dois dormitórios naquele espaço. Foi aí que demonstraram interesse em realizar as atividades, aparentavam estar felizes em estar fazendo aquele trabalho pela primeira vez. Inclusive, um estudante verbalizou: *Vai ser a minha primeira planta de casa.*

O *interesse nas experiências* foi identificado no segundo encontro tanto na forma *ativa quanto nas objetiva e emotiva*. Na *ativa*, ao terem de calcular a área da sala de aula: eles pegaram as fitas métrica e partiram para medição e, também, no momento de representar, na forma de desenho, a planta baixa da área medida. Era *objetiva*, quando das aplicações dos conhecimentos de geometria plana e escalas, na elaboração da planta baixa da sala de aula. Na *emotiva*, quando um dos estudantes se entusiasma por estar desenhando a sua primeira planta baixa.

O terceiro encontro marcou o primeiro obstáculo no processo: onze estudantes estariam participando do Programa de Jovens Embaixadores dos Companheiros das Américas no mesmo dia e horário e com duração prevista de três semanas. Procurou-se trocar as datas dos encontros, mas não foi possível. Fez-se então uma pausa nos encontros, retomando-os após três semanas.

A presença de estudantes ao quarto encontro foi de 50%, percebe-se que, pelo fato de serem estudantes voluntários, sem presença obrigatória e sem grau a

ser atribuído, optaram ficar estudando outras disciplinas, conforme justificado pelos presentes.

Os terceiro e quarto encontros caracterizaram-se por interesses externos ao projeto, pelo *interesse nas relações*, de modo *objetivo*, quando os estudantes foram em busca de uma vaga para formar jovens engajados na melhoria da qualidade de vida de suas comunidades, no Programa de Jovens Embaixadores, e quando optaram por estudar para outras disciplinas, tendo em vista a necessidade de adquirir conhecimentos.

Fez-se a divulgação do XXV Prêmio Jovem Cientista promovido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) que teve como tema “Cidades Sustentáveis”. Os estudantes ficaram entusiasmados, pois o tema adequava-se ao projeto. Teriam sessenta dias para entregar uma produção teórica dentro das normas previstas. O interesse foi inicial, mas a partir do momento que, esta participação implicaria pesquisar – dispor de um problema a solucionar, levantar dados, ter melhor conhecimento sobre os fundamentos para a solução, ou seja, maior trabalho –, desistiram da ideia. De acordo com as proposições deixadas por Herbart, seria necessário despertar o interesse do estudante pelo tema nesta fase, buscando a percepção e a apreensão. A percepção e a apreensão se evidenciaram, contudo, não foram suficientes para despertar o interesse para a segunda fase – compreensão e explicação –, sendo esse o motivo da importância dada à multiplicidade de interesses na Educação.

2ª FASE – COMPREENSÃO E EXPLICAÇÃO

A visita ao Centro de Aprendizagem para as Energias Renováveis e Geração Descentralizada que fica na cidade de Santo Antonio da Patrulha (RS), ocorreu no quinto encontro e configurou-se no momento que mais marcou essa fase. Notório o interesse e a curiosidade dos estudantes em ver, descobrir e questionar sobre as novidades que viram. Essa visita visava fundamentalmente a que eles passassem a ter melhor compreensão do tema – construção de uma casa. Um exemplo foi um armário resfriado: enquanto todos não descobriram como e por que a temperatura dentro do armário era menor que a temperatura ambiente, as perguntas não cessavam. Alguns depoimentos dos estudantes, retirados do relatório da viagem:

– Quando chegamos na casa, eu tive uma enorme surpresa, pois imaginava uma casa muito mais simples que não teria tanto investimento na decoração. Então, este choque me deixou mais interessada ainda.

– Fiquei impressionada com o quão bem-sucedido é o projeto, que visa não só a um futuro melhor para a sociedade em relação ao meio ambiente, mas ao acesso à energia nas regiões pobres, afastadas e ribeirinhas. O responsável pela construção da casa, além de ser uma pessoa simpática e atenciosa, mostrou ser um verdadeiro visionário, pois seu projeto foi aprovado em diversos países, tanto pela sua abordagem criativa, como também pela acessibilidade.

– A visita se mostrou muito interessante ao longo da tarde de sua realização e, com ela, os estudantes aprenderam diversos métodos, materiais, entre outros, sobre como montar uma casa ecologicamente correta.

As duas categorias de análise foram identificadas no quinto encontro. O *interesse nas experiências* fez-se presente de forma *ativa* quando os alunos foram informados da visita ao Centro de Aprendizagem. Isso gerou questionamentos sobre o local e o que motivou a troca da data da visita. De forma *objetiva*, na interação proporcionada por esta fonte de conhecimento em energias renováveis; e, de forma *emotiva*, pelos depoimentos que deram após a visita, quando disseram ter visto na prática situações que só viam nos livros. O *interesse nas relações*, na forma *ativa*, pela empatia transmitida pelo agrônomo, criador do Centro de Aprendizagem; na forma *objetiva*, na interação dos estudantes com o anfitrião, esclarecendo as dúvidas a cada estação que lhes era apresentada; na forma *emotiva*, no agradecimento feito por um estudante que enalteceu a forma simples e afetiva com que foram recebidos e o conhecimento que estavam levando.

De acordo com Dewey, o *verdadeiro interesse* se dá quando são identificados dois aspectos: o material oferecido ou conteúdo a ser estudado, e a identificação que o estudante faz com a atividade. Nesse caso, o estudante “encontra o seu próprio bem-estar ligado ao desenvolvimento de uma atividade para o seu próprio fim. À medida que a atividade progride, progride o objeto da ação e progride o indivíduo satisfeito do seu desenvolvimento.” (DEWEY, 1978, p. 97). Foi possível observar que a visita neste setor foi o ápice de todo projeto, momento em que o interesse se mostrou em todos os estudantes.

A frequência dos sexto ao oitavo encontros foi de, em média, de 50%. As justificativas das faltas eram diversas: plantão de dúvidas, trabalho para entregar e

preparação para prova. Outras necessidades sobrepunham os encontros, gerando interesse em atender ao que lhes seria cobrado por meio de avaliações.

De forma análoga aos terceiro e quarto encontros, a baixa frequência nos sexto ao oitavo encontros deu-se por interesses externos, pelo *interesse nas relações*, de modo *objetivo*, quando escolheram participar dos plantões de dúvidas, fazer trabalhos e estudar para avaliações, motivados pela necessidade.

No sexto encontro, dos oito estudantes presentes, dois manifestaram-se estar coletando material sobre seus subtemas: um disse ter os arquivos em seu computador de casa, e o outro mostrou várias folhas impressas contendo tabelas com o *Custo Unitário Básico da Construção (CUB/m²)*, base de dimensões dos terrenos segundo a Prefeitura de Porto Alegre e materiais ecologicamente corretos para a construção de uma casa. Os três estudantes responsáveis por apresentar um modelo de planta baixa com dois ou três dormitórios não compareceram.

Em outro momento, no sétimo encontro, após uma aula que envolvia os conteúdos Números Racionais e Geometria Plana, os estudantes verbalizaram ter gostado da atividade proposta, pois tinham aplicado conhecimentos matemáticos que engenheiros, arquitetos, marceneiros e pedreiros utilizam. Disseram: *Como tem detalhes que a gente nem imagina! A Matemática está presente em tudo.*

Identificou-se o *interesse nas experiências*, na forma *ativa*, quando um estudante trouxe para a sala de aula resultados de uma busca na internet referente ao tema proposto e quando outro deles verbalizou a realização de uma atividade de aplicação matemática; e na forma *objetiva*, com o conhecimento adquirido na busca das informações e na atividade pedagógica desenvolvida. Verificou-se, ainda o interesse dos estudantes quando desenvolviam atividades que não são comuns na sala de aula, fazendo uso de conteúdos matemáticos em situações cotidianas de outros profissionais.

3ª FASE – REPRESENTAÇÃO E EXPRESSÃO

O professor, autor desta pesquisa, tinha grande expectativa em chegar no oitavo encontro e verificar o que haviam preparado, mas ficou perplexo pelo número de estudantes presentes (6/14) à aula e com as justificativas dadas por eles por não terem cumprido a proposta. Supôs por um momento: *os colaboradores estavam desistindo do projeto.* Os estudantes não tinham a necessidade de entregar as

atividades, pois a elas não seria atribuída uma nota, não gerando, assim, interesse em cumprir as solicitações, levando em conta que participavam do projeto voluntariamente e em horário extraclasse.

Um estudante perguntou: *Professor, o que o senhor vai fazer hoje?* E outro: *Mas a casa é para o seu mestrado?* Quando obtiveram como resposta que estava ali para orientá-los, um estudante, que em outro encontro foi ao quadro fazer simulações de plantas de casa, levantou-se e foi para o computador dizendo: *vou procurar uma planta pronta.* Outros três estudantes que continuavam sentados mais distantes e não estavam colaborando com o grupo foram questionados pelo professor: *por que não aproveitavam os computadores que estavam a disposição para uma busca dentro do seu subtema.* Um ligou um computador e começou a busca; outros dois ligaram outro computador, mas permaneceram fazendo tema de outra disciplina.

Ao observar isso, fez-se a seguinte anotação: *quando trazia atividades e envolvia-os com novidades, até então não trabalhadas em sala de aula, estavam satisfeitos. No momento em que eles deveriam produzir, ir em busca de materiais e apresentar algo, sentiram-se cobrados e desconfortáveis. É sempre melhor receber tudo pronto e não precisar fazer coisa alguma.*

Durante a semana seguinte, causou espanto um estudante ter apresentado uma “planta baixa de casa” em uma folha de caderno desenhada, sem escala e uso de régua, mas com todos móveis nos seus respectivos lugares. Ao devolver a folha ao estudante, foi explicado que outros estudantes já estavam trabalhando em cima de uma planta baixa no computador. O estudante desconhecia a informação e pediu ao professor que a aceitasse e a valorizasse, como se por participar do projeto e fazer as atividades fosse atribuído nota, pois tinha ficado toda a manhã, durante as aulas de outras disciplinas desenhando.

O interesse que esse estudante demonstrou em fazer o desenho está diretamente relacionado à necessidade, descrita por Claparède, pois se tratava de um estudante que precisava de nota para não ter de fazer recuperação. Embora de forma equivocada, de acordo com a proposta do projeto, nessa situação pôde-se identificar um *interesse nas experiências*, de forma *ativa*, pois um aluno teve o ímpeto em realizar uma tarefa, motivada por uma necessidade de nota.

O professor foi para o nono encontro no Laboratório de Informática, e quatro estudantes estavam presentes, sendo que dos presentes, nenhum era dos

responsáveis pelo modelo de planta da casa. Como nas semanas anteriores, já traziam algumas justificativas para as ausências dos demais estudantes. Foi dado por encerrado os encontros com todos, permanecendo apenas com os que participariam da Feira de Ciências, por mais duas semanas, pois havia estudantes que também participariam do evento com outros trabalhos e, pelo regulamento, não poderiam participar com mais de um.

Um dos estudantes presentes, que fazia parte de outro subtema e no encontro anterior teria assumido a busca por um modelo de planta baixa, apresentou-a com as alterações sugeridas. Outro estudante mostrou a mesma planta baixa em um *software* que permitia uma visualização em 3D. A partir desse momento, dividiram-se em dois grupos, de dois e quatro componentes, sendo que um dos quatro foi um estudante que não fazia parte do projeto. Intensificaram as buscas na internet e por materiais de construção considerados ecologicamente corretos, para consolidar o que reuniram e apresentaram na Feira de Ciências da escola. Um dos grupos obteve o 1º lugar na Feira.

O *interesse nas experiências* foi identificado nas semanas que antecederam a Feira de Ciências, na forma *ativa*, quando decidiram participar do evento; na forma *objetiva*, quando se apropriaram do conhecimento para a apresentação; e na forma *emotiva*, quando foram ao encontro de um reconhecimento pela comunidade escolar. Identificou-se também o *interesse transferido*, de Dewey, que ocorre quando existe algo que não se aprecie, que não dê satisfação, mas que, no decorrer do processo, passa a ser interessante quando olhado como meio para atingir algum objetivo, no caso, um reconhecimento.

O reconhecimento é algo muito forte que se traz desde a infância. Exemplificando, uma criança, quando aprende a atirar beijos, é elogiada, estimulada, fazendo com que repita o gesto, por várias vezes, pois foi reconhecida. O reconhecimento instiga o interesse e a necessidade. Ser reconhecido pelos familiares, colegas, professores e instituição é o que impulsiona o reconhecimento. Há uma necessidade intrínseca em sermos reconhecidos, em todas as fases da vida.

Ao final das três fases da modelação, verificou-se que as duas categorias de análise do interesse — *interesse nas experiências* e *interesse nas relações* — ocorrem simultaneamente em níveis diferenciados. Isso ocorreu na fase (1ª) de percepção e apreensão, a etapa em que o interesse apresenta maior incidência,

pois é quando o estudante está sendo apresentado e instigado ao tema. Nas fases, (2ª) compreensão e explicação e (3ª) representação e expressão, momentos que exigem mais dedicação do estudante, o desinteresse faz-se presente. O interesse é retomado quando envolve atividade lúdica, aplicações matemáticas, desde que essas sejam propostas pelo professor, e quando há reconhecimento.

4.3 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Nesta pesquisa, propôs-se analisar o interesse de um grupo de estudantes, voluntários do 1º ano do Ensino Médio de uma Escola Pública Federal, localizada em Porto Alegre (RS), em horário extraclasse, para aprender matemática por meio da modelação integrada à tecnologia. A análise ocorreu durante a aplicação do projeto de uma casa ecologicamente sustentável, quando foi utilizada como método de ensino a modelação matemática, seguindo a abordagem que possibilita desenvolver conteúdos curriculares e não-curriculares.

Os cinco estudantes colaboradores da pesquisa, ao final, dispunham de um modelo gráfico – um projeto de uma casa. Para chegarem a esse modelo, perpassaram o processo envolvido na modelagem gráfica, que, pela definição de Biembengut, trata-se de “expressão, reprodução e/ou descrição de um conjunto de dados, de uma imagem, ou de um ente físico.” (BIEMBENGUT, no prelo), adaptando-se às aulas de matemática do Ensino Médio.

Ao principiar esta pesquisa, considerava-se a necessidade de propiciar ao estudante do EM uma formação que despertasse o interesse em aprender Matemática e o fato de que a organização curricular vigente não tem contribuído para essa formação, no presencial. Assim, o autor desta pesquisa buscou integrar o ensino de Matemática do EM, por meio da Modelação Matemática, com uso de recursos tecnológicos, especialmente a internet e seus recursos, como elementos articuladores de um processo de busca por um método para as aulas presenciais, fazendo uso desse espaço de apoio e comunicação, aproximando a escola com as atividades extraclasse que os estudantes têm. Contudo, devido à estrutura vigente e à pouca vivência do autor desta pesquisa sobre o método da modelação, optou-se por fazer uma atividade experimental, um projeto extraclasse. Tinha-se como pressuposto que um grupo de estudantes, convidados e voluntários a participar de

um projeto, permitiria atender o propósito da pesquisa – verificar o interesse pelo aprender por meio de modelagem na educação – modelação. Dados relevantes que pudessem orientar, em outra instância, a aplicação da modelação em aulas regulares. E assim, saber mais em relação à questão: *Quais as possibilidades e as dificuldades em se utilizar modelação matemática por meio de tecnologia no Ensino Médio para instigar o interesse dos estudantes em aprender matemática?*

As três fases da modelação matemática: (1^a) percepção e apreensão, (2^a) compreensão e explicação, e (3^a) representação e expressão, visam a proporcionar ao estudante apreender conteúdos, capacitar-se para ler, interpretar, formular, e resolver situações-problema. A prioridade é encaminhá-los, em qualquer nível de escolaridade, a pesquisar. Essa alternativa pedagógica dá oportunidade aos estudantes de construir e integrar os conhecimentos, matemáticos com o de outras áreas.

A aplicação e a resolução de situações-problema do cotidiano por meio de conceitos matemáticos fazem parte das fases do processo de modelação, podendo despertar o interesse do estudante para a aprendizagem. A aprendizagem está relacionada ao interesse. “O interesse permeia qualquer esforço e vem antes da aprendizagem” (WURMAN, 1991, p. 146).

Biem Bengut (2009) corrobora com essa ideia e acrescenta que a defesa da modelação encontra-se principalmente no interesse do estudante frente à aplicabilidade matemática e, por consequência, na aprendizagem e no desenvolvimento de trabalhos de pesquisa.

O projeto integrou a modelação e a tecnologia, por meio do Ambiente Virtual de Aprendizagem, *Moodle*, onde as atividades pedagógicas foram postadas e desenvolvidas. Essa integração ocorreu durante as três fases da modelação, possibilitando que o estudante, ao fazer uso da internet, tivesse acesso à ferramenta de busca dos conhecimentos necessários de forma rápida e com atualização instantânea. Em sala de aula, nenhuma dificuldade de manuseio com os meios tecnológicos foi detectada, tendo em vista que os alunos fazem parte de uma geração que nasceu em meio à tecnologia.

Lévy (2000) descreve um novo estilo de ensinar, que proporciona ao mesmo tempo, aprendizagens personalizadas e aprendizagem coletiva em rede, na qual o professor atua como um animador da inteligência coletiva, em vez de um fornecedor direto de conhecimentos.

As duas categorias de análise do interesse: *interesse nas experiências* e *interesse nas relações*, assim denominadas por Biembengut (no prelo), foram percebidas simultaneamente durante as fases da modelação, podendo-se identificar um maior interesse na 1ª fase, enquanto nas 2ª e 3ª fases, embora estivesse presente o interesse, foi o desinteresse que chamou mais a atenção.

Observou-se que enquanto o professor, autor da pesquisa, apresentava atividades diferentes das trabalhadas na sala de aula regular, de modo que o estudante pudesse identificar a aplicação matemática em determinadas profissões, todos estavam interessados. No momento em que deveriam apresentar as solicitações propostas, mesmo com meios tecnológicos disponíveis, sentiram-se cobrados e desconfortáveis, dando espaço ao desinteresse.

Vale ressaltar que do grupo inicial, não chegou a 36%, o número de estudantes que participaram efetivamente do processo, fazendo as buscas das informações necessárias, compartilhando com os demais do grupo a fim de consolidar o que reuniram, culminado com a apresentação na Feira de Ciências da escola.

Dessa forma, ao concluir esta dissertação, destaca-se o processo metodológico adotado, o *mapeamento*, pois ele possibilitou justificar a pesquisa, abordar o problema e apresentar a metodologia por meio do *mapa de identificação*; apresentar a literatura suporte das três vertentes teóricas no *mapa teórico*; expressar a organização, o preparo, a aplicação e a descrição das atividades pedagógicas no *mapa de campo*; e a interação entre o mapa teórico e o mapa de campo no *mapa de análise*. A literatura suporte foi suficiente para análise dos relatos contidos no mapa de campo, quando se tinha como objetivo analisar o interesse dos estudantes do Ensino Médio em aprender matemática por meio da modelação integrada à tecnologia.

Pôde-se identificar momentos de interesse e desinteresse por parte dos estudantes durante as três fases da modelação, quando os conteúdos que se fizeram necessários foram retomados e compreendidos durante as atividades pedagógicas, e também quando o projeto oportunizou momentos de pesquisa a eles. Recomenda-se que estudos sobre interesse dos estudantes do Ensino Médio em aprender matemática e conteúdos de outras disciplinas sejam desenvolvidos, pois há poucos trabalhos científicos publicados na área.

REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 1998. 1026 p.

ABRANTES, Paulo. Associação de Professores de Matemática: esperança e desafio. **Revista Educação e Matemática**, Lisboa, v. 1, p. 3-6, 1987.

ALVES, L. R. G; FRAGA, G. A. R; SILVA, J. M. L. **Construindo comunidades virtuais de aprendizagem: experienciando novas práticas pedagógicas**. Anais da conferência e LES'04, Aveiro, Portugal, out. 2004.

ANDRÉ, Marli. E. D. A. Texto, contexto e significados: algumas questões na análise de dados qualitativos. **Cadernos de pesquisa**, São Paulo, n. 45, p. 66-71, 1983.

AQUECIMENTO Global e Urbanização Desenfreada. 2008. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=N35WYMsoJlw>. Acesso em: 04 jul. 2012.

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

_____. **Modelagem Matemática: Uma disciplina emergente nos programas de formação de professores**. São Paulo, 1999. UNICAMP. Disponível em: http://www.ime.unicamp.br/~biomat/bio9art_1.pdf. Acesso em: 21 mar. 2011.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem Matemática como Método de Ensino Aprendizagem de Matemática em cursos de 1º e 2º graus**. 1990. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, 1990.

_____. **Mapeamento da Pesquisa Educacional**. Rio de Janeiro: Ed. Ciência Moderna, 2008.

_____. 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das Propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, p. 7-32, 2009a.

_____. **Processos e Métodos de Ensino e Aprendizagem Matemática na Formação Continuada dos Professores**. Relatório de Pesquisa – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, 2009b.

_____. no prelo.

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

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

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação Qualitativa em Educação**, Coleção Ciências da Educação, Porto: Porto Editora, 1994.
 _____ . **Qualitative research for education: an introduction for theory and methods**. 3th ed. Boston: Allyn and Bacon; 1998.

BRASIL. **Livro Verde** - Programa Sociedade da Informação. Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia, 2000a.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio**. Brasília: MEC/SEF, 2000b.

_____. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+: Ensino Médio** – orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC, 2002. Disponível em:
<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2011.

_____. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, Ministério da Educação, v. 2, 2006. 135 p.

_____. [Lei Darcy Ribeiro (1996)]. **LDB : Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional** : lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. 5. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação Edições Câmara, 2010.

_____. **Portal do MEC – PISA**. Disponível em:
http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=16125. Acesso em: 05 nov. 2011.

BURAK, Dionísio. **Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem**. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas – SP, 1992.

CALDAS, Roseli Fernandes Lins; HÜBNER, Maria Martha Costa. O desencantamento com o aprender na escola: o que dizem professores e alunos. **Psicologia - Teoria e Prática**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 71-82, 2001. Disponível em:
<http://www3.mackenzie.br/editora/index.php/ptp/article/view/1091/804>. Acesso em: 08 jun. 2012.

CASA Verde. 2007. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=eijqz5X3Kq8>. Acesso em: 04 jul. 2012.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. 6 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

COLE, Jason; FOSTER, Helen. **Using Moodle**. 2 ed. O'Reilly Media, 2008.

CLAPARÉDE, Édouard. **A escola sob medida**. Tradução: Maria Lúcia Eirado Silva). Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1959 (Original publicado em 1920).

_____. **A educação funcional**. Tradução: J.B. Damasco Penna. 2 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1940 (Original publicado em 1931).

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Da realidade à ação**: reflexões sobre Educação e Matemática. Campinas: Ed. da Universidade Estadual de Campinas, 1986.

Denzin, N. K.; Lincoln, Y. S. **Handbook of qualitative research**. Thousand Oaks, Sage, 1994.

DEWEY, John. **Democracia e Educação**: Introdução à Filosofia da Educação. Tradução: Godofredo Rangel e Anísio Teixeira. 3 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1979.

_____. **Vida e Educação**. Tradução: Anísio S. Teixeira. 10 ed. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

FILATRO, Andrea Cristina. **Design instrucional contextualizado**: educação e tecnologia. São Paulo: Editora Senac, 2003. 216 p.

GROENWALD, Claudia L. Oliveira; FILIPPSEN, Rosane Maria Jardim. O meio ambiente e a sala de aula: A função polinomial de 2º grau modelando o plantio de morangos. **Educação Matemática em Revista**. São Paulo: SBEM, n.12, p.21-29, 2002.

HERBART, Johann Friedrich. **Pedagogia geral**. Tradução: Ludwig Scheidl. Lisboa: Editora da Fundação Calouste Gulbenkian, 1971.

_____. **Bosquejo para un curso de pedagogia**. Tradução: Lorenzo Luzuriaga. 2 ed. Ediciones de La Lectura. Espasa – Galpe, 1966.

HILGENHEGER, Norbert. **Johann Herbart**. Tradução: José Eustáquio Romão (Org.). Coleção Educadores, MEC. Recife, PE: Editora Massangana, 2010. 148 p.

INTERESSE. In: MICHAELIS Moderno Dicionário da Língua Portuguesa. São Paulo: Melhoramentos. [2007]. Disponível em: www.uol.com.br/michaelis. Acesso em: 30 abr. 2012.

_____. In: DICIONÁRIO Aurélio Básico da Língua Portuguesa. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988. 687 p.

_____. In: KDictionaries. Tel Aviv. [2012]. Disponível em: <http://www.kdictionaries-online.com/>. Acesso em: 10 jun. 2012.

KAPLAN, A. M; HAENLEIN, M.; Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media. In: **Business Horizon**, Indiana, n. 53, 2010.

KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. Campinas, SP: Papyrus, 2006. 158 p.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 2000. 264 p.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MORAN, José Manuel. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias. **Informática na Educação: Teoria & Prática**. Porto Alegre, v. 3, n.1 (set. 2000) UFRGS. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, pág. 137-144. Disponível em: <http://www.eca.usp.br/prof/moran/index.htm>. Acesso em: 15 jun. 2010.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos Tarciso; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 16 ed. Campinas, SP: Papirus, 2009.

NASSIF, Lílian Erichsen. **O conceito de interesse na Psicologia Funcional de Édouard Claparède**: da chave biológica à interpretação interacionista da vida mental. 2008. 169 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, UFMG, Belo Horizonte, 2008.

NOVA ESCOLA. **Grandes Pensadores**. Edição especial. São Paulo: Grupo Abril, jul. 2008.

OECD. **PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I)**, 2010. Disponível em: http://www.oecd.org/document/61/0,3746,en_32252351_32235731_46567613_1_1_1_1,00.html. Acesso em: 05 nov. 2011. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264091450-en>

PABLO, Juan de. A visão disciplinar no espaço das tecnologias da informação e comunicação. In: SANCHO, Juana María; HERNÁNDEZ, Fernando (Org.). **Tecnologias para transformar a Educação**. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 63-83.

PAIS, Luis Carlos. **Didática da Matemática: uma análise da influência francesa**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

PAREDES, L. J. **Materiales didácticos en la práctica educativa: un análisis etnográfico**. Madrid: UAM/PALOP. Producciones graficas, 2000. 185 p.

PONTE, João Pedro da. Matemática: uma disciplina condenada ao insucesso. **Revista NOESIS**, Lisboa, n. 32, p. 24-26, 1994. Disponível em: [www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/94-Ponte\(NOESIS\).rtf](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/94-Ponte(NOESIS).rtf). Acesso em: 31 mai. 2012.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL. Biblioteca Central Ir. José Otão. **Modelo para apresentação de citações em documentos elaborado pela Biblioteca Central Irmão José Otão**. 2011. Disponível em: <http://www3.pucrs.br/portal/page/portal/biblioteca/Capa/BCEPesquisa/BCEPesquisaModelos>. Acesso em: 24 jul. 2012.

PROBLEMAS Ambientais Urbanos II. 2011. Disponível em: http://www.youtube.com/watch?v=6H_P7793dDg. Acesso em: 04 jul. 2012.

SCHIMITT, Ana Luisa Fantini; BIEMBENGUT, Maria Salett. Mapeamento das Pesquisas sobre Modelagem Matemática no Cenário Mundial - Análise dos trabalhos apresentados no 14^o grupo de estudo do Comitê Internacional de Educação Matemática - Study Group, 14 - ICMI. In: CONGRESSO NACIONAL DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5., 2007, Ouro Preto.

SIDMAN, Murray. **Coerção e suas implicações**. São Paulo: Editorial Psy, 1995. 330p.

SKOVSMOSE, Ole. **Educação matemática crítica**: a questão da democracia. 2. ed. Campinas: Papirus, 2004. (Coleção Perspectivas em Educação Matemática – SBEM).

URBANIZAÇÃO Problemas Urbanos. 2009. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=o46W7rO2Et8>. Acesso em: 04 jul. 2012.

VALENTE, José Armando. **Diferentes usos do Computador na Educação**. 1993. Disponível em: <http://usuarios.upf.br/~carolina/pos/valente.html>. Acesso em: 09 jul. 2012.

VEEN, Wim; VRAKING, Ben. **Homo Zappiens: educando na era digital**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 127 p.

WURMAN, Richard Saul. **Ansiedade de Informação**. Tradução: Virgílio Freire. São Paulo: Cultura Editores Associados, 1991.

YIN, Robert. **Case Study Research: Design and Methods** (2^a Ed) Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 1994.

TESES, DISSERTAÇÕES E ARTIGOS ANALISADOS

AGUIAR, Anderson Luiz de. **Moodle e Geogebra como apoio virtual ao ensino de trigonometria segundo a nova proposta curricular do estado de São Paulo**. 2011. 153 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, UFSCar, São Carlos, 2011.

ANJOS, Mateus Ubiratan dos; ANDRADE, Cláudio César de. A relação entre educação e cibercultura na perspectiva de Pierre Lévy. **Revista Eletrônica Lato Sensu – UNICENTRO**, Paraná, ed. 5, 2008.

BIEMBENGUT, Maria Salett. Concepções e Tendências de Modelagem Matemática na Educação Brasileira. In: CONFERENCIA INTERAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA, 13., 2011, Recife.

BIEMBENGUT, Maria Salett; SCHMITT, Ana Luisa Fantini. Modelagem Matemática no Ensino Fundamental: um meio de despertar no estudante o interesse em aprender matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 10., 2010, Salvador.

BORBA, Marcelo de Carvalho. Utilizando uma sala de aula virtual como apoio ao ensino de funções. **Pátio Fundamental**, Porto Alegre, v. 57, p. 14-17, 2011.

BRUCKI, Cristina Maria. **O uso de Modelagem no ensino de função exponencial**. 2011. 140 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – PUC-SP, São Paulo, 2011.

DINIZ, Leandro do Nascimento. **O Papel das Tecnologias da Informação e Comunicação nos Projetos de Modelagem Matemática**. 2007. 118 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 2007.

FERRUZZI, Elaine Cristina. **Interações discursivas e aprendizagem em Modelagem Matemática**. 2011. 228 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

GIACOMINI, Mônica. Modelagem matemática: uma metodologia para o ensino de progressões aritméticas e progressões geométricas na disciplina de fundamentos da matemática elementar. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 10., 2010, Salvador.

HALISKI, Antonio Marcos; RUTZ, Sani de Carvalho; PILATTI, Luiz Alberto. Uma experiência com a essência da modelagem matemática através da construção de maquete. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., 2009, Ponta Grossa.

HERMINIO, Maria Helena Garcia Barbosa; BORBA, Marcelo de Carvalho. A Noção de Interesse em Projetos de Modelagem Matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 111-127, 2010.

KORB, Katia Regina da Silva. **Modelagem Matemática no Ensino Médio: um olhar sobre a necessidade de aprender matemática**. 2010. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2010.

MATTOS, Sérgio Túlio Generoso de. **A noção de interesse na escola nova: formulações teóricas e a interpretação de Anísio Teixeira de 1924 a 1932**. 2008. 107 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, UFMG, Belo Horizonte, 2008.

NASSIF, Lílian Erichsen; CAMPOS, Regina Helena de Freitas. Édouard Claparède (1873-1940): interesse, afetividade e inteligência na concepção da psicologia funcional. **Memorandum**, Belo Horizonte, v. 9, p. 91-104, 2005.

PASINI, Jakciana Velho. **Utilizando uma sala de aula virtual como apoio ao ensino de funções**. 2010. 108 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Física, PUCRS, 2010.

QUARTIERI, Marli Teresinha. **A Modelagem Matemática na escola básica: a mobilização do interesse do aluno e o privilegiamento da matemática escolar**. 2012. 199 f. Tese (Doutorado em Educação) – Pós-Graduação em Educação, UNISINOS, 2012.

SANTOS, Fabio Vieira. **Modelagem Matemática e Tecnologias de Informação e Comunicação: o uso que os alunos fazem do computador em atividades de modelagem**. 2008. 176 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

SANTOS, Gilberto Lacerda dos. Ensinar e aprender no meio virtual: rompendo paradigmas. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 307-320, mai./ago. 2011.

SASS, Odair; LIBA, Flavia Roberta Torezin. Interesse e a Educação: conceito de junção entre a Psicologia e a Pedagogia. **Imagens da Educação**, Maringá, v. 1, n. 2, p. 35-45, 2011.

SILVA, Luciano Stropper da. **Modelagem matemática, ensino e pesquisa: uma experiência no ensino médio**. 2007. 117 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Física, PUCRS, 2007.

TOREZIN, Flávia Roberta. **O conceito de interesse na educação brasileira: um estudo em livros-texto e periódicos**. 2006. 98 f. Dissertação (Mestrado em Educação: História, Política, Sociedade) – Faculdade de Educação, PUCSP, 2006.

VECCHIA, Rodrigo Dalla; MALTEMPI, Marcus Vinicius. Tecnologias Digitais e Percepção da realidade: contribuições para a modelagem matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 10., 2010, Salvador.

XAVIER, Márcio Câmara; TEIXEIRA, Célia Regina; SILVA, Bianca Saveti da. Aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na educação e os desafios do educador. **DIALOGIA**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 105-115, 2010.

APÊNDICE A – Solicitação de autorização**COLÉGIO MILITAR DE PORTO ALEGRE
DIVISÃO DE ENSINO****Solicitação de Autorização**

Eu, Alexandre Leiria Machado, professor do Colégio Militar de Porto Alegre, venho por meio desse documento solicitar ao subdiretor de ensino, Cel Antônio Augusto Kopp Jantsch, permissão para o desenvolvimento de uma pesquisa, como parte do mestrado em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica (PUC).

Como o objetivo da pesquisa é analisar o interesse dos estudantes do 1^o ano do Ensino Médio em aprender conceitos matemáticos, torna-se necessário a colaboração de estudantes, no sentido de realizar atividades previamente preparadas. Estas atividades serão desenvolvidas com estudantes convidados, formando um grupo de pelo menos 15 voluntários. Os encontros devem ocorrer no contra turno, previsto para as tardes de quintas-feiras, das 14h às 15h30, em um número mínimo de cinco, nas dependências do colégio. Os instrumentos para coleta de dados consistem na aplicação de atividades matemáticas por meio do processo de modelagem matemática.

Comprometo-me não expor o nome dos estudantes e do colégio e, também em vista dos propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade, de esclarecimentos permanentes e a isenção de despesas para a instituição.

Nestes termos, solicito a autorização.

Porto Alegre, RS, 11 de maio de 2011.

Alexandre Leiria Machado

APÊNDICE B – Termo de consentimento**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Gostaria de convidá-lo a colaborar com a pesquisa que estou desenvolvendo junto ao curso de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS), do qual o pesquisador é aluno.

Esta colaboração implica em participar de 13 (treze) encontros presenciais, no colégio em horário e local combinado, ou a distância, por meio do plataforma *Moodle*. Os encontros serão no turno da tarde, sempre às quintas-feiras das 14h às 15h30min, durante os meses de maio, junho, agosto e setembro, respeitando feriado, férias e calendário de Avaliações de Estudo (AEs). O primeiro encontro está previsto para 19 de maio e o último em 15 de setembro.

As informações obtidas por meio desta pesquisa terão sigilo, o nome dos estudantes, bem como do colégio, não serão divulgados.

A participação na pesquisa, isenta o pesquisador em arcar com custos de transporte e alimentação dos colaboradores.

Informo ainda que a pesquisa conta com a autorização da Direção do Colégio Militar de Porto Alegre (CMPA).

Os pais que desejarem melhor esclarecimento antes de assinar o termo podem contatar com o professor no horário de atendimento (quartas-feiras após a formatura) ou pelo *Moodle*.

Pesquisador: Prof. Esp. Alexandre Leiria Machado

Orientadora: Profa. Dra. Maria Salett Biembengut

Eu, _____, responsável legal pelo estudante _____ do 1º ano do Ensino Médio do CMPA, declaro ter sido informado e concordo com a sua participação, como voluntário na pesquisa.

Porto Alegre, RS, _____ de maio de 2011.

Responsável pelo estudante

APÊNDICE C – Questionário individual

Nome: _____ **idade:** _____

Responda as questões abaixo, assinalando com um X na opção que mais se aproxima com sua opinião.

1. O convite para participar do grupo de pesquisa “Casa Sustentável”, deixou você:
 curioso. indiferente. interessado. não sei.
2. O que levou você a aceitar o convite?
 Curiosidade. Interesse. Não sei.
3. A sua participação visava:
 aprendizado. nota. não sei. outros _____
4. Em qual momento você se sentiu mais interessado?
 No início das atividades.
 Durante o desenvolvimento das atividades.
 Na conclusão das atividades.
 Em nenhum momento.
5. Em qual momento você se sentiu mais desinteressado?
 No início das atividades.
 Durante o desenvolvimento das atividades.
 Na conclusão das atividades.
 Em nenhum momento.
6. Em sua opinião, o professor ao expor as atividades é:
 interessante. indiferente. não sei. não gostei.
7. Em sua opinião, o professor ao solicitar que você execute as atividades sem que ele mostre todos os caminhos é:
 interessante. indiferente. não sei. não gostei.
8. O fato de você em muitos momentos ter tido que buscar as informações para desenvolver a atividade foi:
 interessante. indiferente. não sei. não gostei.
9. Ter participado do projeto de pesquisa para você foi:
 interessante. indiferente. não sei. não gostei.
10. Você acharia interessante outros estudantes repetirem essa atividade?
 Sim. Não. Não sei.
11. Espaço para sugestões/opiniões/críticas _____

