

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E CIENTÍFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICAS

**A INSERÇÃO DO USO DO COMPUTADOR NO PROCESSO DE MODELAGEM
MATEMÁTICA CONTRIBUINDO PARA O APRENDIZADO DE CONHECIMENTOS
MATEMÁTICOS**

MÁRIO JOSÉ SIQUEIRA DA SILVA

BELÉM – PA

2010

MÁRIO JOSÉ SIQUEIRA DA SILVA

**A INSERÇÃO DO USO DO COMPUTADOR NO PROCESSO DE MODELAGEM
MATEMÁTICA CONTRIBUINDO PARA O APRENDIZADO DE CONHECIMENTOS
MATEMÁTICOS**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas do Instituto de Educação Matemática e Científica da Universidade Federal do Pará como requisito para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemáticas.

BELÉM – PA

2010

MÁRIO JOSÉ SIQUEIRA DA SILVA

**A INSERÇÃO DO USO DO COMPUTADOR NO PROCESSO DE MODELAGEM
MATEMÁTICA CONTRIBUINDO PARA O APRENDIZADO DE CONHECIMENTOS
MATEMÁTICOS**

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas do Instituto de Educação Matemática e Científica da Universidade Federal do Pará. Orientador: Prof. Dr. Adilson Oliveira do Espírito Santo

Banca Examinadora:

Prof^o Dr. Adilson Oliveira do Espírito Santo
Presidente, Orientador, UFPA

Prof^a Dra. Marianne Kogut Eliasquevici
Membro Externo

Prof^o Dr. Renato Borges Guerra
Membro Interno

Prof^o Dr. Francisco Hermes Santos da Silva
Suplente

Aos meus pais José Maria (in memória) e Terezinha, por serem a minha maior referência e motivadores responsáveis por toda a minha caminhada.

Aos meus filhos Marco, Mikaelle e Mário Lucas pela inspiração da busca e por estarem sempre ao meu lado enquanto dissertava.

Aos meus irmãos José Maria, Tito, Maurício, Marco (in memória) e Branca por compartilharem todos os momentos da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Toda conquista tem mais significado quando compartilhada com o outro, principalmente quando o outro está inserido de alguma forma no grupo de pessoas que gostamos ou amamos, mas se ainda assim algumas delas não se fizerem presentes no momento da vitória, não podemos jamais esquecê-las, pois de alguma forma foram também responsáveis pelo objetivo alcançado.

Quero primeiramente agradecer a DEUS, por ter me dado a vida com saúde, capacidade e coragem para encarar este desafio e não ter permitido que esmorecesse ao longo do caminho.

Agradecer aos meus filhos Marco, Mikaelle e Mário Lucas que me acompanharam passo a passo nesta caminhada.

Agradecer aos meus pais José Maria (in memória) e Terezinha e irmãos, José Maria, Tito, Maurício, Marco (in memória) e Berenice que me motivam sempre a cada etapa.

Agradecer ao meu orientador, Prof^o Dr. Adilson Oliveira do Espírito Santo, por ter acreditado em mim e aceitado me orientar.

Agradecer aos professores do Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas da UFPA/IEMCI, pelo apoio e contribuição intelectual que me deram.

Agradecer aos alunos participantes da pesquisa.

Agradecer ao Grupo de Estudos em Modelagem Matemática (GEMM) pelas contribuições durante as discussões.

Agradecer os mestrandos das turmas 2008, pela amizade e colaboração nas discussões.

Agradecer à amiga Prof^a Sheila Vilhena que mesmo próximo de dar a luz, não mediu esforços para me orientar no projeto de seleção ao mestrado 2008.

Agradecer a Secretaria de Estado de Educação do Pará, pelo apoio financeiro.

Agradecer aos membros da banca, Prof^o Dr. Renato Borges Guerra, Prof^a Dr. Marianne Kogut e Prof^o Dr. Francisco Hermes pelas contribuições.

Em especial à minha namorada Neusa Leão por trazer felicidade e um novo ânimo para buscar objetivos futuros.

“Uma grande descoberta resolve um grande problema, mas há sempre uma pitada de descoberta na resolução de qualquer problema”.

George Polya

RESUMO

Nesta pesquisa investigamos de que forma a inserção do uso do computador e do portfólio no processo de Modelagem Matemática, contribui para a aprendizagem de conhecimentos matemáticos a partir das percepções de alunos do ensino médio. Na busca de respostas a esta problemática, traçou-se como objetivo principal uma investigação à inserção do uso do computador no processo de Modelagem Matemática, com auxílio do portfólio para o aprendizado deste processo. A abordagem da pesquisa foi qualitativa. Levantamos um referencial teórico focando em especial pesquisadores da área de Modelagem Matemática como: Biembengut e Hein (2007); Bassanezi (2006), Barbosa (2001, 2004, 2007); Borba e Penteadó(2001); Ponte e Canavarro (1997) entre outros, e com alguns autores que abordam mais especificamente a inserção de tecnologias na educação como: Valente (1993); Almeida (2000), Belloni (2005) entre outros. No entrelaçamento das idéias relacionaram-se os elementos (computador, Modelagem e portfólio) para subsidiar um tratamento diferenciado do conhecimento matemático em busca de minimizar, por exemplo, os baixos índices no Sistema de Avaliação do Ensino Básico (SAEB) dos alunos do ensino médio do Estado do Pará em Matemática. Sendo assim, foi necessário rever a forma atual de transposição do ensino dessa disciplina. O histórico da Modelagem é descrito em algumas concepções, buscando pontos de aproximação com as novas tecnologias em especial o computador. A pesquisa de campo foi desenvolvida a partir do curso: Modelagem Matemática: Aprendendo Matemática com a utilização do Computador. Na pesquisa de campo os instrumentos utilizados foram: o portfólio e o questionário. O uso do portfólio na pesquisa foi inspirado a partir de uma idéia em Biembengut e Hein (2007) que dizem haver a necessidade de se criar um relatório no final do processo de Modelagem. No entanto verificou-se que o uso do portfólio extrapola sua utilidade como coleta de dados, já que se constitui também como instrumento de organização e constituição do processo de Modelagem da Matemática. Para a análise dos dados definiu-se categorias de análises do tipo emergentes a partir de Fiorentini e Lorenzato (2007). A pesquisa de campo foi desenvolvida no Laboratório de Informática da Escola Estadual de Ensino Médio Mário Barbosa na área correspondente a Região metropolitana de Belém no Estado do Pará, onde por meio da inserção do uso computador neste processo, potencializou-se a aprendizagem dos conhecimentos matemáticos pelos alunos do ensino médio. Nas atividades desenvolvidas, percebeu-se que o ambiente gerado pelo processo de Modelagem dentro do laboratório de informática, permitiu-se trabalhar de forma coletiva e colaborativa, onde os resultados foram significativos, principalmente, articulado ao uso do computador. Nesta pesquisa mostraremos que a Modelagem e o portfólio estabelecem uma relação de troca, possibilitando dessa forma a condução do processo de Modelagem Matemática de forma dinâmica, facilitando o aprendizado do conteúdo matemático.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem Matemática - Portfólio - Informática na Educação
— Ensino-aprendizagem da Matemática

ABSTRACT

This research was to investigate: how the integration of computer use and the Portfólio in the process of mathematical modeling, contributes to the learning of mathematical knowledge from perceptions of high school students? Where the desire to seek answers to this question, we draw the main objective: To investigate the insertion and use of computers in the process of mathematical model with the aid of the Portfólio, as facilitators of the learning process of mathematical knowledge. The research approach is qualitative and deals with the theoretical framework in which we articulate from authors of mathematics education in particular researchers in the field of mathematical modeling as Biembengut and Hein (2007); Bassanezi (2006), Barbosa (2001, 2004, 2007); Borba and Penteadó (2001); Canavarro and Bridge (1997) among others, and some authors that address more specifically the integration of technology in education as Valente (1993), Almeida (2000), Belloni (2005) between others. In interweaving the ideas relate elements (computer modeling and Portfólio) to support a different treatment of mathematical knowledge in pursuit of minimizing, for example, low levels in the System of Evaluation of Basic Education (SAEB) of high school students in the state Para mathematics. Thus, we understand how necessary to revise the current way of implementing the teaching of mathematics. We describe the history of modeling and some concepts, seeking points of rapprochement with the new technologies especially computers. Field research was developed from the course: Mathematical Modeling: Learning mathematics using the computer, we collect data during field research using as instruments the Portfólio and the questionnaire. The use of Portfólios in the research was inspired from an idea into Biembengut and Hein (2007) who say there is a need to create a report at the end of the modeling process, but we intend to extrapolate this idea, as well as being an instrument to collect data, the Portfólio is formed into an instrument of organization and constitution of the process of mathematical modeling. For the analysis of the data defined categories of analysis of the type emerging from Lorenzato and Fiorentini (2007). The field was developed in the Computer Laboratory of the state school school Mario Barbosa of the metropolitan area of Belém do Pará, in which, through the insertion of computer use in the modeling process using the Portfólio, optimizes the learning of knowledge math for high school students. Activities carried out are that the learning environment generated by the modeling computer lab allowed us to work collectively and collaboratively, in which the results were significant, especially when we articulate the use of computer modeling and Portfólio in a terms of trade, thus enabling the conduct of the process of mathematical modeling in a dynamic way.

Keywords: Mathematical Modeling - Portfólio - Information Technology in Education – Teaching and learning mathematics

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema do Processo de Modelagem Matemática	37
Figura 2: Etapas e do processo de Modelagem	38
Figura 3: Dinâmica do Processo de Modelagem	39
Figura 4: O Portfólio segundo a dinâmica do processo de Modelagem	69
Figura 5: Descrição da dinâmica das atividades no Portfólio segundo o processo de Modelagem	73
Figura 6: Imagem do simulador de consumo de Energia elétrica – CEMIG	84
Figura 7: Imagem do simulador de consumo de Energia elétrica – FURNAS	85
Figura 8: Recursos utilizados para criar o gráfico de Dispersão	87
Figura 9: Imagem do Recurso utilizado para criar Linha de Tendência	88
Figura 10: Imagem do Recurso utilizado para formatar linha de Tendência pagar	88
Figura 11: Imagem digitalizada do boleto de energia elétrica	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Proficiência de Matemática dos alunos de 3ª série do Ensino Médio de Escolas Urbanas 1995 – 2007	40
Tabela 2: Perfil dos sujeitos da Pesquisa	65
Tabela 3: Perfil dos alunos sobre o domínio dos aplicativos Básico de Informática	66
Tabela 4: Perfil dos Alunos sobre os Conhecimentos de Softwares de Matemática	66
Tabela 5: Perfil dos alunos sobre as Ferramentas de busca mais utilizada na	66
Tabela 6: Tratamento do Conhecimento Matemático a partir de Temas propostos	78
Tabela7: Tabulação e rol dos dados coletados pelos alunos	86
Tabela 8: Cálculo do Coeficiente Angular	90
Tabela 9: Cálculo do Preço a pagar dado o Consumo	91
Tabela 10: cálculo do preço a pagar dado o consumo	92
Tabela 11: Lista de aparelhos eletrônicos e sua respectiva Potência	94
Tabela 12: Lista de aparelhos eletrônicos e sua respectiva Potência	95
Tabela 13: Estrutura do simulador de energia elétrica	96
Tabela 14: Teste do simulador de Energia elétrica	97

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Comparação do ciclo proposto por valente X Etapas de realização do trabalho com Modelagem	55
Quadro 2: Ilustração do processo de construção de categorias	61
Quadro 3: Estatística do número de Alunos Inscritos e Participantes da Pesquisa	62
Quadro 4: Preferência dos alunos onde assistir as aulas	101
Quadro 5: Percepção dos alunos sobre utilizar ou não o computador na Modelagem	106

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Consumo de energia elétrica X Preço a pagar	87
Gráfico 2: Linha de Tendência do Consumo de Energia Elétrica X Preço a pagar	89
Gráfico 3: Simulação gráfica simultânea da função do primeiro grau no software Winplot	92

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REFLEXÃO HISTÓRICA DE UMA CAMINHADA	18
2.1 A FORMATAÇÃO INICIAL E A PRIMEIRA EXPERIÊNCIA	18
2.2 A FORMATAÇÃO NA PRÁTICA E A NECESSIDADE DE RETOMAR À UNIVERSIDADE	20
2.3 A TEMÁTICA QUE VAMOS PESQUISAR	23
2.4 A QUESTÃO NORTEADORA DA PESQUISA	24
2.5 OBJETIVOS	25
3 A MODELAGEM NA TEMÁTICA NO ENSINO	26
3.1 UM BREVE HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E DA MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO	26
3.2 A MODELAGEM MATEMÁTICA NO BRASIL	27
3.3 MODELAGEM MATEMÁTICA: UMA TENDÊNCIA, VÁRIAS CONCEPÇÕES	30
3.4 O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NA ESTRATÉGIA DA MODELAGEM	34
3.5 PORQUE UTILIZAR A MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO	39
3.5.1 A INSERÇÃO DA MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO	42
4 AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	45
4.1 REFLETINDO A INSERÇÃO DA INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	45
4.2 A INSERÇÃO DO USO DO COMPUTADOR NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: A MODELAGEM APROXIMANDO HORIZONTES	48
4.3 MODELAGEM MATEMÁTICA E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL: SEMELHANÇAS E DIFERENÇAS	52

CAPÍTULO 5: ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	57
5.1 ABORDAGEM DA PESQUISA	57
5.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA DE CAMPO	58
5.2.1 O LOCAL DA PESQUISA	58
5.2.2 A COLETA DE DADOS	59
5.2.2.1 Instrumentos utilizados na coleta de dados	59
5.2.2.2 Procedimentos para a Análise dos dados	61
5.2.3 OS SUJEITOS DA PESQUISA	61
5.2.4 INTERAÇÃO E COLABORAÇÃO NO AMBIENTE GERADO PELO PROCESSO DE MODELAGEM MATEMÁTICA	63
5.2.5 Perfil dos sujeitos da Pesquisa	65
5.3 O PORTFÓLIO SEGUNDO O PROCESSO DE MODELAGEM MATEMÁTICA	67
5.4 CARACTERIZANDO AS ATIVIDADES NO PROCESSO DE MODELAGEM	71
5.5 O PROCESSO DE MODELAGEM DO TEMA ENERGIA ELÉTRICA	73
5.5.1 Primeira Fase do Processo de Modelagem: Interação	74
5.5.2 ANÁLISE DO PROCESSO DE INTERAÇÃO (QUESTIONÁRIO II)	75
5.5.3 SEGUNDA FASE DO PROCESSO DE MODELAGEM: MATEMATIZAÇÃO	83
5.5.4 TERCEIRA FASE DO PROCESSO DE MODELAGEM: MODELO MATEMÁTICO	96
5.6 ANÁLISES DO QUESTIONÁRIO III	99
CAPÍTULO 6: CONSIDERAÇÕES FINAIS	106
REFERÊNCIAS	111
APÊNDICES	117
ANEXOS	127

1 INTRODUÇÃO

A caminhada realizada neste trabalho iniciou-se a partir de algumas reflexões ainda em pleno exercício da docência em Matemática, causadas por algumas inquietações que vinham desde a época de participação no Curso de Especialização em Informática na Educação. No decorrer deste curso havia distintas opiniões quanto ao uso do computador atuando como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem da disciplina, alguns apoiando o seu uso e outros a rejeitando.

Surgiram então os primeiros questionamentos: Por que não utilizar essa máquina, o computador, para o ensino da Matemática? É possível utilizá-la nesta disciplina? Como utilizar o equipamento no ensino da Matemática? Claro que as respostas a essas perguntas não são simples. Com todo avanço tecnológico disponível hoje, ainda percebe-se muitos fatores que impedem a articulação desse recurso no processo de ensino-aprendizagem tais como: a resistência de educadores em usar o computador como recurso didático; as limitações dos professores; os alunos no seu manuseio e também o desenvolvimento de estratégias que privilegiem a utilização da informática, entre outros.

A informática, principalmente por meio do computador, ocupa um lugar de destaque no mundo contemporâneo por tornar alguns setores de trabalhos mais práticos. Atualmente, está presente no cotidiano das pessoas. Então, como não usufruir dessa tecnologia no nosso ensino-aprendizagem? Ou, ainda, por que ignorá-la?

No decorrer de outra especialização, resolvemos investigar a inserção do computador no ensino de Matemática em uma turma de 6^a série do ensino fundamental, da escola Maria Luiza Pinto do Amaral.

No término da pesquisa chegamos a conclusão de que a utilização do laboratório de informática não favorecia a inserção do computador no ensino da Matemática como mecanismo facilitador de aprendizagem.

Ao ingressar no Mestrado do Instituto de Educação Matemática e Científica da Universidade do Pará (IEMC/UFPA), verificou-se a necessidade de realizar uma pesquisa sobre o uso do computador no processo de Modelagem com o uso de portfólio.

A pesquisa de campo originou-se principalmente a partir de exemplos com planilha eletrônica de modelos extraídos de Bassanezi (2006) no decorrer da disciplina Modelagem, ministrada pelo professor do programa Doutor Adilson Oliveira do Espírito Santo.

Para nortear o caminho da pesquisa, partiu-se da seguinte questão: de que forma a inserção do uso do computador e do portfólio no processo de Modelagem Matemática contribui para a aprendizagem de conhecimentos da disciplina a partir das percepções de alunos do ensino médio?

O objetivo principal da pesquisa foi investigar a inserção e o uso do computador no processo de Modelagem Matemática, com auxílio do portfólio como facilitador do processo de aprendizagem de conhecimentos matemáticos por alunos do ensino médio.

A pesquisa em questão desenvolveu-se por meio do método qualitativo, podendo também ser considerada como uma pesquisa – ação. Foi desenvolvida em dois momentos principais: Inicialmente com a pesquisa bibliográfica e documental, e em seguida, com a pesquisa de campo, na qual realizamos um curso com o objetivo de coletar os dados necessários. No decorrer da coleta de dados utilizamos os seguintes instrumentos: o portfólio e três tipos de questionários que foram analisados por meio de categorizações do tipo emergentes

O texto desta pesquisa está dividido em seis capítulos.

No Capítulo 2, descrevemos sobre o memorial de formação onde é relatada toda a trajetória acadêmica e profissional com a eminente necessidade de refletir a própria prática e o retorno à academia. Neste capítulo também apresentamos as questões de investigação mostrando o objetivo geral e os específicos.

No Capítulo 3, apresentamos o referencial teórico da pesquisa no qual procuramos subsidiar o processo de Modelagem como estratégia de ensino da Matemática, apoiando-se na literatura, onde abordou-se as principais concepções, histórico e contribuições acerca do processo de ensino-aprendizagem da Matemática.

No Capítulo 4, apresentamos a sinergia entre a Modelagem Matemática e mídias informáticas, destacando principalmente o computador, que é concebido nesta pesquisa como uma máquina epistemologicamente surgida na Matemática, e que evoluiu a partir das máquinas de calcular. Discutiu-se também, a relação entre os trabalhos desenvolvidos no processo de Modelagem, observado algumas

semelhanças e diferenças com relação ao processo desenvolvido pela programação.

No Capítulo 5, levantamos os aspectos metodológicos do trabalho, sob os quais relatou-se os caminhos percorridos na pesquisa de campo e quais os instrumentos utilizados para coleta de dados. Neste capítulo, também abordamos as atividades realizadas na pesquisa de campo, em que tratamos o uso do portfólio, como potencializador da utilização do computador no processo de Modelagem Matemática no ensino-aprendizagem da Matemática no ensino médio.

No Capítulo 6, faz-se a conclusão da pesquisa e sugestão a cerca do que foi analisado, destacando principalmente algumas contribuições do uso do computador no processo de Modelagem com o uso de portfólio, onde este último representou na pesquisa um elemento potencializador da utilização do computador no processo de Modelagem Matemática.

2 REFLEXÃO HISTÓRICA DE UMA CAMINHADA

Neste capítulo descreveremos um pouco da trajetória acadêmica e profissional do autor desta dissertação, destacando alguns dos principais pontos que o conduziu para esta pesquisa, bem como a busca por respostas aos questionamentos provenientes da prática em sala de aula, apresentando também a sua questão norteadora seguida dos objetivos aos quais se buscou alcançar.

2.1 A FORMAÇÃO INICIAL E A PRIMEIRA EXPERIÊNCIA DE SALA DE AULA

Ao ingressar no curso de licenciatura plena em Matemática da Universidade Estadual do Pará (UEPA), no ano de 1993, tinha a consciência de minhas limitações, por isso sempre procurei com aplicação aos estudos fazer o melhor possível. No início da graduação tudo era novidade e estava vivendo essa fase, acreditando em realizações pessoais e profissionais.

No decorrer do curso entrei em contato com os primeiros tópicos da Matemática, até então desconhecidos, como: Lógica, Geometria Analítica, Computação I e II e muitas outras, pois como relatei tudo era realmente novo. Na disciplina Computação I, tive contato com o computador e seu histórico. Na ocasião pensei que não seria possível despertar no processo o uso dessa ferramenta no processo de ensino-aprendizagem da Matemática, pois o que mais se enfatizou foram os aspectos teóricos.

No 2º ano de graduação em Matemática, surgiu uma oportunidade de ministrar aulas de Matemática em um cursinho pré-vestibular. Nessa primeira experiência teria que ministrar aulas de trigonometria numa turma de Ciências Exatas, aceitamos o convite de imediato, pois tinha uma grande afinidade com o assunto.

Na certeza do domínio do assunto, tudo estaria sob controle, pois um bom professor é aquele que domina plenamente o conteúdo e concebe-o como suficiente à sua prática docente.

Atualmente, mesmo não compactuando desse ponto de vista, é inconcebível pensar a formação de um professor de Matemática, sem levar em consideração o conhecimento do conteúdo, mas mesmo acreditando que ele é fundamental, ainda assim o domínio total dos mesmos, não é suficiente para garantir a transmissão de conhecimento segundo Nacarato e Paiva (2006, p. 14),

As pesquisas que tomam os saberes docentes como objeto de estudo já rompem com a concepção de que o bom professor é aquele que tem apenas o domínio do conteúdo. Não significa, porém, negar a importância dos conteúdos, mas partir do pressuposto de que o saber docente vai além dessa única dimensão do conhecimento.

E continuando Nacarato e Paiva (2006) afirmam que há a necessidade de repensar a formação inicial em relação aos conteúdos conceituais e suas respectivas metodologias.

Gauthier *et al* (*apud* NACARATO; PAIVA, 2006, p. 14) afirma que,

Pensar que ensinar consiste apenas em transmitir um conteúdo a um grupo de alunos é reduzir uma atividade tão complexa quanto o ensino a uma única dimensão, aquela que é mais evidente, mas é, sobretudo, negar-se a refletir de forma mais profunda sobre a natureza desse ofício e dos outros saberes que lhe são necessários.

Ser um bom professor é realmente ir além do domínio de conteúdos, ou seja, é pensar no outro, é antes de tudo, refletir constantemente a própria prática.

Freire (1996, p. 44) afirma que,

Na formação permanente dos professores, o momento fundamental é o da reflexão crítica sobre a prática. É pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática. O próprio discurso teórico, necessário à reflexão crítica, tem de ser de tal modo concreto que quase se confunda com a própria prática.

A citação de Freire deixa claro que é desejável ao professor estar refletindo constantemente a sua prática docente. Acredita-se que essa falta de exercício reflexivo é decorrente de uma formação inicial deficiente entre outros fatores externos ao exercício da profissão de docência.

2.2 A FORMAÇÃO NA PRÁTICA E A NECESSIDADE DE RETORNAR À UNIVERSIDADE

No interior do Estado do Pará surgiu uma oportunidade de lecionar em escolas da Secretaria de Estado de Educação do Pará (SEDUC). Era um grande desafio porque, em se tratando de escola pública nunca sabe-se o que vai se encontrar em relação a apoio pedagógico. O Município destinado foi Tucuruí, no Sudeste do Pará. Com imensa vontade e curiosidade para atuar como professor Licenciado Pleno em Matemática, chegando lá a realidade foi outra, por falta de profissionais além de Matemática, ministrei as disciplinas Física e Estatística.

O início da prática da docência no ensino público passou a noção de que o aprendizado do conteúdo matemático obtido na universidade é importante, mas não suficiente para a prática docente. Acredita-se que na universidade tem-se apenas parte da formação, a outra, realmente, acontece no dia-a-dia da prática docente. Aprende-se com os discentes numa relação de trocas

Segundo Freire (1996, p. 25),

Quem forma se forma e re-forma ao formar e quem é formado forma-se e forma ao ser formado[...]. Não há docência sem discência, as duas se explicam e seus sujeitos, apesar das diferenças que os conotam, não se reduzem à condição de objeto, um do outro. Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender.

Após a experiência vivenciada no ano de 1997 na escola pública, surgiu na segunda metade do ano de 1998 a oportunidade de cursar Especialização em Informática na Educação¹ pela Universidade da Amazônia (UNAMA), então no decorrer do curso, foi possível um contato muito próximo com o computador algo que não aconteceu durante a graduação.

Com objetivo de dar continuidade ao trabalho e estudos iniciados em Informática na Educação, retornamos à Belém e na ocasião à Secretaria de Estado de Educação (SEDUC), transferi-me para atuar no Núcleo de Tecnologia Educacional de Benevides – NTE / Benevides.

Nas formações desenvolvidas no Núcleo de Tecnologia Educacional (NTE) Benevides, os professores não acreditavam no programa de inserção de

¹ Essa Especialização era parte de uma das etapas do Programa Nacional de Informática na Educação lançado pelo Ministério da Educação e Cultura (/PROINFO/MEC). Uma parceria dos Governos Federal, Estadual e Municipal.

computadores na educação, pois achavam fora de suas realidades, pois não tinham sequer disponíveis, os espaços para os laboratórios. Entretanto, a resistência dos professores era mais em função da presença do computador, que propriamente de sua ausência, ou seja, o medo do novo. Era preciso romper com certas crenças e paradigmas ainda presentes na escola.

A resistência ao novo é intrínseco ao homem, Freire (1996, p. 39) afirma que,

É próprio do pensar certo à disponibilidade ao risco, a aceitação do novo que não pode ser negado ou acolhido só porque é novo, assim como critério de recusa ao velho não é apenas cronológico. O velho que preserva sua validade ou que encarna uma tradição ou marca uma presença no tempo continua novo.

A aceitação do novo pode ser o primeiro passo do professor rumo à utilização de novas estratégias com a contribuição dos computadores, mas para que isso possa acontecer, é fundamental que o agente transformador, o professor, tenha disposição.

Papert (1994, p. 76) afirma que, o problema prático e central é:

Encontrar meios dos quais professores que se encontram em locais diferentes em termos de disposição para trabalhar em função da mudança possam fazê-lo. Não pode haver uma mudança uniforme de lado a lado – qualquer tentativa de fazer isso reduzirá o ritmo da mudança para o menor denominador comum. A sociedade não pode dar-se ao luxo de manter atrás seus potencialmente melhores professores apenas porque alguns, ou até mesmo a maioria, não estão dispostos.

Como professor pré-dispostos as mudanças e ao novo, a inquietação aumentava cada vez mais, quando surgiu novamente a possibilidade de cursar uma outra Especialização, agora em Educação em Ciências e Matemáticas. Intrigado com a situação adversa do uso do computador no ensino-aprendizagem da Matemática, resolvi desenvolver no trabalho de conclusão de curso, uma pesquisa na linha temática que relacionava a Informática na Educação com o Ensino da Matemática, partindo do seguinte problema: *A sala de Informática Educativa contribuiu de fato para o Ensino – Aprendizagem da Matemática na 6ª série do ensino fundamental da Escola M^a Luiza Pinto do Amaral?*

Nessa época já acreditava-se que a utilização do computador pudesse contribuir com o processo de ensino-aprendizagem da Matemática. Tendo essa crença, adotou-se essa linha temática como ponto de partida para esta pesquisa.

Porém, mesmo com o desejo de mudanças, a percepção que obteve-se e que a forma como os alunos eram atendidos no laboratório da escola não favorecia

o processo de ensino-aprendizagem da Matemática, pois, o uso do laboratório representava mais um obstáculo que propriamente uma solução. Os alunos desenvolviam atividades com um professor facilitador no laboratório em horários cedido por uma das disciplinas, portando essas atividades não tinham articulação nenhuma com qualquer disciplina.

Movido pelo desejo de mudança na prática docente, com a inserção efetiva do computador nas aulas de Matemática. Em 2008 surgiu a oportunidade de ingressar no Mestrado do Instituto de Educação Matemática e Científica (IEMCI), antigo Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico (NPADC), no qual oportunizou-se o conhecimento da proposta de Modelagem Matemática no Ensino desenvolvida pelo Grupo de Estudos em Modelagem Matemática (GEMM²).

Na realização das leituras sobre as concepções que norteiam o processo de Modelagem no ensino, verificou-se que algumas atividades já haviam sido desenvolvidas em minha prática docente, facilitando dessa forma a compreensão e identificação com esta estratégia; assim como, a esperança e perspectivas de mudanças na prática do ensino de Matemática.

Segundo afirmação de Biembengut e Hein (2005, p. 29),

A condição necessária para o professor implementar Modelagem no ensino – modelação – é ter audácia, grande desejo de modificar sua prática e disposição de conhecer e aprender, uma vez que essa proposta abre caminho para descobertas significativas.

Aliado ao desejo de mudança, a idéia começou a ganhar corpo e se concretizar, a partir das discussões no GEMM, mas principalmente no decorrer da disciplina Modelagem Matemática.

No decorrer da disciplina, teve início a análise da inserção do uso do computador no processo de Modelagem Matemática com pose do Portfólio, e tendo estes como potencializadores do processo de ensino-aprendizagem da Matemática. Todavia, era preciso desenvolver pesquisas e estudos, com o intuito de buscar o amadurecimento dessa proposta na prática.

² É o Grupo de Estudos em Modelagem Matemática, fundado pelo Professor Dr. Adilson Oliveira do Espírito Santos Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas do Instituto de Educação Matemática e Científica (IEMCI) da Universidade Federal do Pará(UFPA).

2.3 A TEMÁTICA DA PESQUISA

Não é comum o professor de Matemática relacionar novas tecnologias em especial o uso do computador como estratégia de ensino que possibilite a fuga do tradicionalismo inconsciente. Para tanto é desejável dispor-se às mudanças e novidades, Belloni (2005, p. 27) afirma que, “talvez sejamos ainda os mesmos educadores, mas certamente nossos alunos já não são os mesmos” e questiona (Id. p. 10) “Como irá a instituição escolar responder a este desafio?”

D’Ambrósio (2001, p.16), refletindo sobre as mudanças não acompanhadas pelo professor e a escola de um modo geral, preocupa-se com o conservadorismo ainda muito presente no ensino de Matemática afirmando que,

O fracasso escolar, particularmente em educação Matemática, é irreversível no quadro conservador que predomina. A sociedade está mudando, as crianças estão mudando, o conhecimento está mudando. Não há como ser conservador com a educação Matemática.

O papel do sistema educacional frente às novas tecnologias é desafiador, pois, segundo Valente (2008, p. 6),

Hoje, nós vivemos num mundo dominado pela informação e por processos que ocorrem de maneira muito rápida e imperceptível. Os fatos e alguns processos específicos que a escola ensina rapidamente se tornam obsoletos e inúteis. Portanto, ao invés de memorizar informação, os estudantes devem ser ensinados a buscar e a usar a informação. Estas mudanças podem ser introduzidas com a presença do computador que deve propiciar as condições para os estudantes exercitarem a capacidade de procurar e selecionar informação, resolver problemas e aprender independentemente.

A inserção do uso do computador no processo de ensino-aprendizagem da Matemática, torna-se essencial e necessário no avanço de novas estratégias e recursos para um melhor aproveitamento nas aulas de Matemática, mas a adoção desse novo processo, deve partir do professor.

A Modelagem, com toda certeza, não é a panacéia para os problemas do ensino-aprendizagem da Matemática, mas a vemos como uma possibilidade de mudança da prática docente. Na literatura encontram-se vários trabalhos com resultados significativos que apontam a riqueza gerada pelo processo de Modelagem e que podem ser complementados com a inserção do uso do

computador no seu desenvolvimento, entre os vários trabalhos na área da Modelagem podemos destacar: Borba e Penteado (2001), Bassanezi (2006), Biembengut (2005) entre outros.

O uso do computador na vida diária de qualquer cidadão é comum, por isso, acredita-se que é uma necessidade, não só da escola, mas do professor de Matemática inserir-se no mundo tecnológico, para possibilitar uma formação não só para as novas tecnologias.

Perrenoud (2000, p. 128) afirma que:

Formar para as novas tecnologias é formar o julgamento, o senso crítico, o pensamento hipotético e dedutivo, as faculdades de observação e de pesquisa, a imaginação, a capacidade de memorizar e classificar, a leitura e análise de textos e de imagens, a representação de redes, de procedimentos e de estratégias de comunicação.

“A história da escola sempre foi contada como a história do progresso”, explica Nôvoa (1998, p. 19), por isso há a necessidade de estruturar a transformação educacional com a inserção tecnológica ou corremos riscos de transformá-los em “inovações derivado – repetitivas” como afirmam Silva, Souza, Silva (2008, p. 18), e para que seja possível é desejável a criação de novos ambientes favoráveis ao processo ensino-aprendizagem da Matemática, mas gerar estes ambientes, não é tarefa simples, já que nossas escolas permanecem assentadas na proposta de um aluno totalmente passivo em relação ao conhecimento e as ações propostas.

2.4 A QUESTÃO NORTEADORA DA PESQUISA

A questão de pesquisa tem como objetivo nortear o estudo da inserção do computador no processo de Modelagem, utilizando o portfólio como facilitadores do ensino-aprendizagem da Matemática. Neste sentido temos a seguinte questão a responder:

De que forma a inserção do uso do computador e do Portfólio no processo de Modelagem Matemática, contribui para a aprendizagem de conhecimentos matemáticos a partir das percepções de alunos do ensino médio?

2.5 OBJETIVO

2.5.1 Geral:

Investigar a inserção do uso do computador com auxílio do portfólio no processo de Modelagem Matemática, como facilitadores do processo de aprendizagem de conhecimentos matemáticos por alunos do ensino médio.

2.5.2 Específicos:

Desenvolver o processo de ensino-aprendizagem da Matemática por meio da estratégia de Modelagem;

Identificar a contribuição do uso do computador, no desenvolvimento do processo de Modelagem Matemática;

Identificar a contribuição do portfólio, no desenvolvimento do processo de Modelagem Matemática com o uso do computador;

Identificar a partir das percepções dos alunos alguns conceitos de função.

3 A MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO

Neste capítulo apresentaremos o referencial teórico da Modelagem Matemática no ensino, onde foi possível discorrer sobre o tópico tomando como base a literatura. A abordagem partiu das principais concepções de Modelagem, fazendo um breve histórico desde a sua entrada na educação Matemática brasileira. Dessa forma, justificou-se a utilização desse método no ensino médio como uma possibilidade de mudança da prática tradicional, ainda vigente.

3.1 UM BREVE HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E DA MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO.

A preocupação com a Educação Matemática se desenvolveu a partir das inquietações de alguns matemáticos, professores de Matemática e Psicólogos com o processo de ensino-aprendizagem. Esses estudiosos preocupavam-se não apenas com questões do fazer Matemática, mas com a formação dos indivíduos que iriam compor a comunidade de educadores matemáticos.

A partir da transição dos séculos XIX para o XX e das preocupações com o sujeito que aprende, o ensino da Matemática passou a ser pensado de forma mais solidária e humana. John Dewey (1859-1952) deu os primeiros passos a essa nova área de conhecimento e pesquisa chamada Educação Matemática, quando propôs em 1895, no seu livro *Psicologia do Número*, uma reação contra o formalismo matemático e uma relação não tensa, mas cooperativa, entre aluno e professor, e uma integração entre todas as disciplinas.

D'Ambrósio (2003, p.71) nos relata que,

Em 1901, durante uma reunião da British Association em Glasgow, o cientista John Perry diz ser imensamente importante considerar que a adoção de um método de ensino elementar deve satisfazer um jovem, entre mil, que gosta de raciocínio abstrato, mas que é igualmente importante que os demais não sejam prejudicados.

Nas jornadas percorridas pela Educação Matemática, várias estratégias foram experimentadas no campo educacional, entre elas podemos destacar: EtnoMatemática, Resolução de Problemas, Jogos, Modelagem Matemática entre outras.

O movimento de Modelagem Matemática no Ensino³, em especial, começou a se constituir nos últimos 40 anos, a partir da contribuição decisiva de matemáticos aplicados que migraram para a área da Educação Matemática. Porém, a Modelagem Matemática apesar de parecer jovem a luz da ciência, já está a mais tempo presente. Biembengut (2007, p.8) afirma que, “a Modelagem é tão antiga quanto à própria Matemática, surgindo de aplicações na rotina diária dos povos antigos”.

A Modelagem Matemática está presente nas diversas obras de matemáticos geniais ao longo da história da Matemática entre os quais podemos destacar: Thales de Mileto, René Descarte, John Napier, Isaac Newton e outros.

Nota-se também, que a Modelagem Matemática possibilitou, ao longo dos tempos, avanços significativos nas pesquisas em vários campos de conhecimento. Bassanezi (2006, p. 16) afirma que “em termos de pesquisa pode ser constatada nos avanços obtidos em vários campos como a Física, a Química, a Biologia e a Astrofísica entre outras”

A história da ciência é testemunha desses importantes momentos em que a presença da Modelagem Matemática fora fundamental para o avanço científico-tecnológico, como destaque temos:

Pitágoras (530 a. C) e a escala musical, na qual se utilizou de simples frações para representar o tempo de duração do som. William Harvey (1578-1657) por meio de um modelo matemático demonstrou experimentalmente que havia relação entre a quantidade de fluxo de sangue e o peso do corpo de uma pessoa, e concluiu que o sangue percorre o mesmo caminho a vida inteira do indivíduo. A contribuição de Harvey foi de grande valia para a medicina.

A Modelagem Matemática se confunde com a própria História da Matemática, mas atualmente se apresenta também como uma das tendências da Educação Matemática, com propósito a atender outros objetivos além da obtenção de modelos matemáticos.

3.2 A MODELAGEM MATEMÁTICA NO BRASIL

No Brasil a introdução da Modelagem no Ensino deu-se a partir de 1970, com o professor Aristides Camargo Barreto da Pontifícia Universidade Católica do

³ O termo Modelagem Matemática no Ensino ou somente Modelagem é utilizado neste trabalho para dar significado a Modelagem desenvolvida pelos Educadores Matemáticos.

Rio de Janeiro (PUC-RJ), Barreto conheceu a Modelagem Matemática quando estudou Engenharia. Porém, em meados da década de 70, como professor, começou a desenvolvê-la como proposta para a sala de aula, de forma que o aluno aprendesse Matemática fazendo pesquisa. Utilizava-se de modelos como estratégia para o ensino do Cálculo Diferencial e Integral, Fundamentos de Matemática e Prática de Ensino.

A primeira de muitas experiências foi desenvolvida por Barreto em 1976 com 212 alunos do curso de Engenharia, essas experiências em sala de aula o levaram a acreditar que a Modelagem no Ensino tornava os estudantes mais motivados e interessados.

O professor brasileiro Ubiratan D'Ambrosio em 1960 realizava pesquisas nos Estados Unidos, quando tomou conhecimento do movimento que estava ocorrendo sobre o ensino-aprendizagem de Matemática.

Nesta época também formava-se o *Undergraduate Mathematics Application Program* (UMAP), o objetivo deste programa era a partir de temas propostos, preparar materiais e módulos de aprendizagem de Matemática. Muito embora não se denominassem de modelos matemáticos, sempre os módulos apresentavam esta abordagem.

No ano de 1972 o professor D'Ambrosio retornou ao Brasil e passou a atuar na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Com apoio de algumas instituições como: a Organização das nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e a Organização dos Estados Americanos (OEA), D'Ambrosio implantou com base em sua experiência internacional a proposta de Educação Matemática no Brasil. Dentre as propostas implantadas nesse período, destacam-se duas: a produção de materiais de apoio didático na forma de módulos e a criação do primeiro Mestrado em Ensino de Ciência e Matemática na UNICAMP.

No curso de mestrado formaram-se quatro turmas, com ingressos nos anos de 1975, 1976, 1977 e 1978. Cada turma tinha em média 32 alunos. O Curso tinha mais ou menos o modelo proposto na Universidade de Roskilde na Dinamarca, um modelo interdisciplinar, não linear. O modelo adotado nesse Mestrado deu origem aos trabalhos em Modelagem Matemática no Ensino e EtnoMatemática.

Nesta perspectiva, D'Ambrosio tomou ciência das atividades desenvolvidas pelo professor Aristides Camargo Barreto, que produzia modelos dinâmicos integrados a Música e o convidou a proferir uma palestra na UNICAMP sobre os

resultados até então obtidos com Modelagem Matemática. Nesta palestra encontrava-se presente o professor Rodney Carlos Bassanezi que mantinha grande parceria nas pesquisas com D'Ambrósio, que também fora seu orientador no doutorado da UNICAMP.

Bassanezi em particular muito motivado passou a desenvolver atividades de Modelagem Matemática e coordenou no ano de 1980 cursos de aperfeiçoamentos apoiado pela OEA e promovido pelo Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica da Universidade Estadual de Campinas (IMECC-UNICAMP), para 30 professores de Cálculo Diferencial Integral, de diversas Instituições de Educação Superior da região sul do Brasil, com duração de uma semana.

Para o curso não havia o “método”, mas é certo que não se queria utilizar o método tradicional de ensino. Assim, após conversar com os professores-alunos propôs a formação de grupos com objetivo de debaterem para que apresentassem um problema que envolvesse o Cálculo Diferencial e Integral para a solução.

Após esta etapa, Bassanezi percebeu que grande parte dos problemas desenvolvidos pelos professores-alunos eram semelhantes aos contidos nos livros textos, sem criatividade alguma. Essa foi uma das motivações principal para Bassanezi propor a Modelagem Matemática, em particular, na resolução de problemas de Biologia aplicados ao Cálculo Diferencial Integral (BioMatemática).

Em 1982, professores da UNICAMP são convidados pela Universidade Estadual de Guarapuava- PR para participarem de um Curso de Pós-Graduação, no qual Bassanezi como Coordenador propõe uma inovação ao programa tradicional de pós-graduação, propuseram visitas às empresas da cidade e, a partir da realidade, levantar problemas de interesse para serem investigados. Assim, questões relativas às abelhas, ao chimarrão, a fabricação de papel, a suinocultura, dentre outras, impulsionaram a realização do 1º Curso de Pós-Graduação em Modelagem Matemática

Os trabalhos desenvolvidos por Barreto (PUC-RJ), D'Ambrósio e Bassanezi (UNICAMP) são referências indispensáveis aos diversos e distintos trabalhos e pesquisas desenvolvidas no Brasil na área da Educação Matemática em especial nas pesquisas em Modelagem Matemática no Ensino, sendo citados inclusive por outros importantes pesquisadores da área como: Maria Salete Biembengut e Dionísio Burak (ambos orientados por Bassanezi), Jonei Cerqueira Barbosa, Adilson do Espírito Santo entre outros.

Esses pesquisadores, cada um com a sua concepção de Modelagem, desenvolvem e orientam pesquisas nas diversas linhas da Educação Matemática (etnoMatemática, resolução de problema, Modelagem Matemática, formação de professores, jogos, entre outras), buscando sempre novos caminhos e perspectivas acerca do processo de ensino-aprendizagem da Matemática.

3.3 MODELAGEM MATEMÁTICA: UMA TENDÊNCIA, VÁRIAS CONCEPÇÕES

A concepção do professor e sua atitude para com a Matemática interferem no tratamento dado aos conteúdos matemáticos e conseqüentemente em suas práticas pedagógicas, portanto é desejável que o professor dessa disciplina tenha conhecimento das diversas tendências da educação Matemática que se preocupam com o processo de ensino-aprendizagem da Matemática em evolução: EtnoMatemática, Resolução de Problemas, Jogos, Didática da Matemática e Modelagem um dos focos desse trabalho.

Os modelos estão presentes nas distintas áreas do conhecimento, dessa forma, na busca de um olhar acurado do que vem a ser a Modelagem, entender com relevância antes de definir o que são Modelos Matemáticos e Modelagem, assim como, compreender o que são Modelos.

Bassanezi (2006, p. 19-20) trata os modelos limitando-se a dois tipos:

Modelo objeto que é a representação de um objeto ou fato concreto que pode ser Pictórica, Conceitual ou Simbólica (...). Modelo teórico que é aquele vinculado a uma teoria geral existente e será sempre construído em torno de um modelo objeto com um código de interpretação.

Bassanezi (2006, p. 19) afirma também, que um modelo é criado, “quando se procura refletir sobre uma porção da realidade, na tentativa de explicar, de entender ou de agir sobre ela”.

Biembengut e Hein (2007, p. 11) afirmam que o valor de um modelo não está restrito à sofisticação Matemática, pois,

O modelo é uma imagem que se forma na mente, no momento em que o espírito racional busca compreender e expressar de forma intuitiva uma sensação, procurando relacioná-la com algo já conhecido, efetuando deduções.

A partir das ideias expostas na literatura do que são modelos, busca-se entender o que são Modelos Matemáticos.

Biembengut e Hein (2007, p. 12) dizem que, “Ao usarmos um conjunto de símbolos e relações Matemáticas a fim de traduzir um fenômeno ou problema real, estaremos utilizando um modelo matemático”

Bassanezi (2006, p. 20) afirma, ainda, que,

Um modelo matemático é um conjunto de símbolos e relações Matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado. Outros autores se aventuram em definir modelo matemático. Malone por exemplo afirma que “um modelo matemático é um construto matemático abstrato, simplificado que representa uma parte da realidade com algum objetivo.

Porém Skovsmose (2004, p. 134-135) com relação a uma definição do que é um modelo matemático, nos chama a atenção que, questões mais fundamentais sobre os mesmos devem ser levantadas, como tentar entender qual deve ser a verdadeira função e importância de um determinado modelo matemático numa dada realidade.

As aplicações da Matemática têm sido frequentemente compreendidas da perspectiva da descrição. A “realidade” é “dada”, digamos, e um modelo matemático dessa “realidade” pode ser comparado com um mapa mais ou menos acurado. Um conceito chave na avaliação de um modelo é, então, a “aproximação”
Isso, entretanto, aplica-se apenas a um certo (e limitado) domínio de modelos matemáticos. Por meio de modelos matemáticos, também nos tornamos capazes de “projetar” uma parte do que se torna realidade. Tomamos decisões baseadas em modelos matemáticos e, dessa forma, a Matemática molda a realidade; portanto não podemos restringir a discussão de modelos matemáticos a “aproximações”.

O autor faz uma reflexão crítica da importância dos modelos matemáticos no sentido de permitir um olhar da realidade de forma crítica, ou seja, não olhar o modelo em si apenas, mas sim a partir de uma função sócio-política e tecnológica que o mesmo pode desempenhar. Para o autor o modelo não deve está restrito apenas a um papel puramente matemático de forma inerte, mas sim abrangente de uma dada realidade.

A concepção de modelo que temos é de uma representação de um determinado objeto gerando significados ao sujeito, e modelo matemático pode ser uma representação abstrata de um objeto, que pode ser a própria realidade.

É bom lembrar que a busca de modelos matemáticos de aplicações em outras áreas é apenas um dos objetivos da Modelagem Matemática dita dos Matemáticos Profissionais, porém em Educação Matemática a Modelagem Matemática assume outros desdobramentos e um novo papel.

Neste novo cenário a trataremos como Modelagem Matemática no Ensino ou apenas Modelagem, permitindo assim, uma interrogação. O que é Modelagem Matemática no Ensino ou Modelagem?

A definição de Modelagem como tendência da Educação Matemática está ainda em formação, em busca de uma base teórica mais sólida, por isso defini-la é ainda uma tarefa realmente complexa.

Barbosa (2004, p. 1), questionando sobre essa tendência, diz que,

Modelagem é conceituada, em termos genéricos, como a aplicação de Matemática em outras áreas do conhecimento, o que, a meu ver, é uma limitação teórica. Dessa forma, Modelagem é um grande “guarda-chuva”, onde cabe quase tudo. Com isso, não quero dizer que exista a necessidade de se ter fronteiras claras, mas de se ter maior clareza sobre o que chamamos de Modelagem.

O autor ressalta ainda, a importância do contexto para se colocar uma concepção de Modelagem, se é sob o olhar da Matemática Aplicada ou da Educação Matemática, pois, enquanto a primeira objetiva a aquisição do modelo, a segunda tem como prioridade o processo de ensino – aprendizagem da Matemática.

Barbosa (2004) deixa claro seu ponto de vista afirmando:

Parece-me que o que ocorre na sala de aula é de natureza diferente, porém não disjunta, da atividade dos modeladores profissionais. Daí, a reivindicação de tomar o *locus* da Educação Matemática para teorizar sobre Modelagem.

Na base das pesquisas em Educação Matemática, além da concepção de Barbosa (2004), existem outras concepções de Modelagem assumidas por Educadores Matemáticos.

D’Ambrósio (1999) descreve uma concepção de Modelagem por meio de um simples exemplo:

A árvore me fornece muitas informações: cor, cheiro, altura, quantidade de folhas, de galhos, grossura, dimensão global, forma e tantas outras. Mas eu posso decidir ignorar essa multiplicidade de informações e selecionar apenas dimensão global, forma e cor e só me ocupar de informações sobre esses fatos. Não estarei mais lidando com a árvore como um todo, mas com uma **representação** parcial, limitada, dessa árvore, ou como também se costuma chamar, com um **modelo** da árvore. A construção e a elaboração sobre modelos é o que se chama **Modelagem**. [grifos do autor]

Na visão de Bassanezi (2006, p. 16), “A Modelagem consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual”

Para Biembengut e Hein (2007, p. 12),

A Modelagem constitui um ramo próprio da Matemática que tenta traduzir situações reais para uma linguagem Matemática, onde por meio dela se possa melhor compreender, prever e simular ou, ainda, mudar determinadas vias de acontecimentos, com estratégias de ação, nas mais variadas áreas do conhecimento.

A concepção de Modelagem de Burak(1987, p. 21) se constitui como “um conjunto de procedimentos cujo objetivo é constituir um paralelo para tentar explicar, Matematicamente, os fenômenos do qual o homem vive o seu cotidiano, ajudando-o a fazer predições e a tomar decisões”.

Levy e Espírito Santo (2007) acreditam na Modelagem como o “processo em que se busca representar ou interpretar determinada situação ou evento, através da emissão de hipóteses explicativas e da respectiva tentativa de verificação”.

Como podemos observar muitas são as concepções de Modelagem Matemática no ensino, possivelmente poderiam acrescentar outras, mas observa-se também que há uma raiz comum em todas elas que é a situação problema com vista à realidade, sendo essa, uma das características da Modelagem Matemática.

Com base nas várias concepções colocadas e na relação comum entre Modelagem Matemática e Modelagem no Ensino, não poderia deixar de opinar, por isso, entende-se Modelagem Matemática no Ensino como:

O processo gerador de um ambiente⁴ de ensino-aprendizagem da Matemática que pode ou não obter modelos, permitindo ao sujeito, compreender a

⁴ A Modelagem como processo gerador do ambiente de aprendizagem adotado na concepção de Modelagem no Ensino do autor da dissertação é uma concepção do Grupo de Estudos em Modelagem Matemática -GEMM/IEMCI/UFPA, do qual é membro.

importância do conhecimento matemático, a partir de uma construção crítica, reflexiva, coletiva, colaborativa e interdisciplinar, com possibilidade de inferir não só ao fenômeno em estudo, mas também nas relações de mundo presentes.

3.4 O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NA ESTRATÉGIA DA MODELAGEM

No início do século XX, a história da educação foi marcada por grandes movimentos denominados Escola Nova e Escola Ativa. Estes movimentos davam vida à escola por meio de métodos ativos, em que o fazer do aluno era essencial ao processo de ensino-aprendizagem. Neste período, alguns educadores apresentavam técnicas revolucionárias de ensino-aprendizagem.

Fiorentini e Lorenzato (2007, p. 17) relatam que,

O movimento “escola nova vista” desencadeado a partir da década de 1920 no Brasil seria de grande consequência para a Educação Matemática. Engajados nesse movimento educacional, vemos surgir os primeiros “educadores matemáticos”-se é que podemos assim chamá-los- e com eles os primeiros manuais de orientação didático – pedagógica de Matemática. Destacaram-se, entre outros, Everaldo Backheuser com relação ao ensino de Matemática na escola primária e Euclides Roxo com relação ao ensino secundário e às reformas curriculares.

No entanto descreve Rossini (2003, p. 7), “tanta inovação pouca alterava a realidade dentro das salas de aula: aulas expositivas, assuntos que não motivavam ou que não diziam respeito aos alunos”.

Muito pouco mudou, esse tipo de educação atravessou o tempo e continuam ainda hoje presentes em nossas salas de aula. O ensino de Matemática é notadamente um exemplo claro dessa prática. No processo de ensino-aprendizagem, os professores utilizam a experiência que tiveram quando aprenderam Matemática, para empregar na hora de ensinar.

Gonçalves (2006, p. 164) afirma que, “os formadores de professores, invariavelmente apontam a experiência como principal fonte de saberes, seja como estudantes ou professores do Ensino Fundamental e Médio, seja como estudante ou professores da licenciatura”. De certa forma, o professor utiliza para ensinar o sistema que utilizou para aprender, ou seja, um sistema que se repete indefinidamente.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (1998, p. 39),

Tradicionalmente, a prática mais freqüente no ensino de Matemática era aquela em que o professor apresenta o conteúdo oralmente, partindo de definições, exemplos, demonstrações de propriedades, seguidos de exercícios de aprendizagem, fixação e aplicação, e pressupunha que o aluno aprendia pela reprodução. Considerava-se que numa reprodução correta era evidência de que ocorrera a aprendizagem.

Essa prática de ensino tem se mostrado ineficaz, pois a reprodução correta é apenas um indicativo que o aluno aprende a reproduzir mecanicamente os procedimentos, sem conseguir utilizá-lo em outro contexto.

As estratégias utilizadas pelos professores de Matemática no ensino têm sido frequentemente criticadas, devido ao exacerbado conservadorismo, por isso são necessárias reavaliá-las e se possível adequar as novas necessidades na busca de ambiente favorável ao processo de ensino-aprendizagem da Matemática.

No âmbito da Educação Matemática, temos avanços significativos de novas práticas, com trabalhos e pesquisas nas diversas linhas: EtnoMatemática - D'Ambrósio (1999), Resolução de Problemas – Polya(1995), Modelagem Matemática- Bassanezi (2006); Biembengut(2007) e Barbosa(2004), Informática na Educação Borba e Penteado(2001), Formação de professores – Nacarato e Paiva(2006), Ponte e Canavarro(1997), Gonçalves(2006) e outras, que têm possibilitado o desenvolvimento de novas estratégias

A Modelagem, como estratégia de ensino, não está restrita apenas ao fazer matemático, perpassa por vários outros fatores, entre eles a adoção de uma nova postura do professor e também do aluno, no sentido de possibilitar a autonomia.

O processo de ensino-aprendizagem da Matemática na estratégia da Modelagem é possível e Bassanezi (2006) afirma que um dos “meios é envolver os alunos no processo de obtenção do modelo e na sua validação”, porém esta etapa pode não ser uma etapa prioritária. Franchi (2003) também explica que o processo de construção do modelo é relevante, pois “é neste momento que é possível discutir os conceitos da Matemática, modelando e analisando situações, e sabendo criticar e verificar a solução encontrada”.

A Modelagem como estratégia de ensino representa possibilidades na busca de novas alternativas para o ensino da Matemática. O professor, que pretende

adotá-la, deve desprender-se de qualquer rigidez no atendimento a programas pré-estabelecidos.

Bassanezi (2006, p. 43) percebendo o “aprisionamento” imposto pelo conteúdo programático ao professor afirma que,

A maior dificuldade que notamos para adoção do processo de Modelagem, pelo maioria dos professores de Matemática, é a transposição da barreira naturalmente criada pelo ensino tradicional onde o objeto de estudo apresenta-se quase sempre bem delineado, obedecendo a uma sequência de pré-requisitos e que vislumbra um horizonte claro de chegada – tal horizonte é muitas vezes o cumprimento do programa da disciplina.

Biembengut e Hein (2007, p. 29) prevendo também as dificuldades de adequação da Modelagem no ensino ao currículo estabelecido legalmente, diz que devem ser feitas algumas adaptações para tornar possível a utilização da Modelagem a este processo que chama de “modelação” no qual afirma que,

Na modelação, o professor pode optar por escolher determinados modelos, fazendo a sua recriação em sala, juntamente com os alunos, de acordo com o nível em questão, além de obedecer ao currículo inicialmente proposto. É imperativo que se tenham vários modelos à disposição para que se possa optar “entre os modelos” e não pelo “modelo”.

Acredita-se que a adoção de novas estratégias para o ensino-aprendizagem da Matemática é realmente um desafio, que pode ser superado pelo professor, pois independentemente de qual estratégia utilizar, as dificuldades estarão sempre presentes.

Biembengut e Hein (2007, p. 9) afirmam que,

Desafios como esse têm tornado crescente o movimento em prol da educação Matemática, em especial nas últimas décadas. Têm gerado reestruturações no currículo e nos métodos de ensino que forneçam elementos que desenvolvam potencialidades, propiciando ao aluno a capacidade de pensar crítica e independentemente.

Se o professor tem disposição e interesse em desenvolver sua prática por meio de Modelagem no ensino, deve partir do próprio programa de ensino até ganhar confiança, começando por trabalhar modelos simples e de curta duração, que segundo Barbosa (1999) é importante considerar, “o espaço de tempo, vendo o que é possível realizar; o conhecimento do aluno e do professor e analisar o interesse e a motivação dos alunos”.

O processo de Modelagem pode propiciar ao aluno perceber a importância do conhecimento matemático, e ao mesmo tempo responder a uma pergunta que ouve-se frequentemente em sala de aula e tem atravessado gerações: *Professor, para que serve este assunto ou conteúdo matemático?* Geralmente o professor emite uma resposta muito evasiva como a da situação a seguir.

Um curso de formação de professores da zona rural do Município de Novo Repartimento sudeste do Estado do Pará, um jovem fez a seguinte indagação: *Professor, onde posso utilizar o conhecimento matemático de função do 1º grau no meu dia-a-dia?* Imediatamente a resposta foi referente a conta de energia elétrica, porém, o mesmo reiterou, professor onde moramos não há energia elétrica.

Este fato deixa claro que o aluno quer relacionar a realidade e obter significados por meio dos conhecimentos que a disciplina Matemática possibilita e isso realmente lhe é negado, em geral de forma não intencional.

Situações dessa natureza podem ser valorizadas quando desenvolvidas na estratégia de Modelagem Matemática no ensino, pois possivelmente o próprio aluno será conduzido ao esclarecimento da resposta por meio do processo de Modelagem.

O esquema da **figura1** nos mostra a importância do processo de Modelagem Matemática fazendo a relação entre uma situação real e o conhecimento matemático em busca de um possível modelo. De um lado temos uma situação com vistas à realidade e do outro a ferramenta ou conhecimento matemático, a Modelagem tem o trabalho de traduzir a situação utilizando o conhecimento matemático de forma a alcançar o modelo.

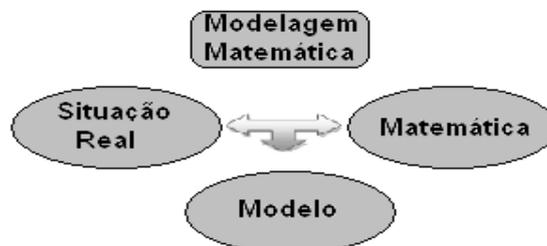


Figura 1: Esquema do Processo de Modelagem Matemática
Fonte: Biembengut e Hein (2007, p. 13)

A relação que o processo de Modelagem Matemática propicia ao processo ensino-aprendizagem da Matemática é proposta em três etapas principais conforme esquema mostrado na Figura 2.

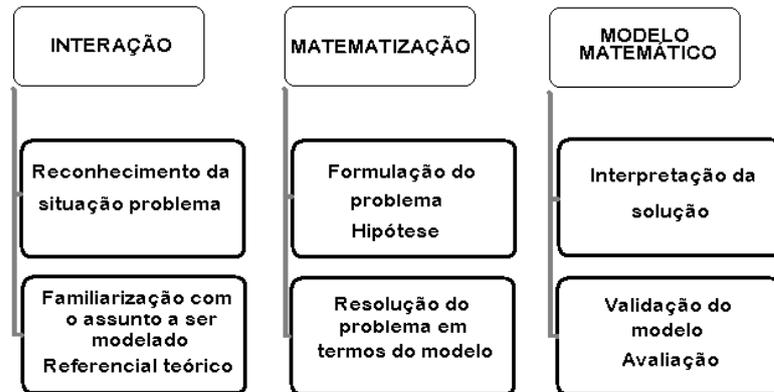


Figura 2: Etapas e do processo de Modelagem
Fonte: Biembengut e Hein (2007, p.13)

Na busca de um possível modelo matemático, o processo de Modelagem é dividido didaticamente em etapas como forma de possibilitar dentro do processo de ensino e aprendizagem um melhor desenvolvimento das atividades. Essas etapas estão divididas em Interação, Matematização e Modelo Matemático.

A interação tem grande importância no processo, pois reconhecida a situação sobre o tema escolhido, o aluno e professor iniciam a busca (em livros, artigos de revistas, internet, mídias eletrônicas, pesquisas em campo, especialistas de áreas entre outras formas) de informações sobre o assunto, e ao interagirem com as informações coletadas, a situação-problema vai tornando-se cada vez mais transparente, e aí começam a traçar alguns questionamentos relacionando Matematicamente o que há de relevante, neste momento já estarão na etapa de matematização, Biembengut e Hein (2005, p. 14) afirmam que, “é aqui [na matematização] que se dá a ‘tradução’ da situação-problema para a linguagem Matemática”. A matematização é caracterizada também, pela resolução ou análise utilizando os “instrumentos” matemáticos disponíveis.

Para a fase de conclusão temos o modelo matemático, é necessário uma avaliação, no sentido de se verificar a validade do modelo ao objetivo do modelador em relação à situação-problema, ressalta-se que nesta dissertação a ênfase não está no modelo em si, e sim no processo desenvolvido.

E dentro desta perspectiva descrita no desenvolvimento das etapas do processo de Modelagem Matemática no ensino, é desejável e precis-se considerar a sua dinâmica conforme o esquema da Figura 3.

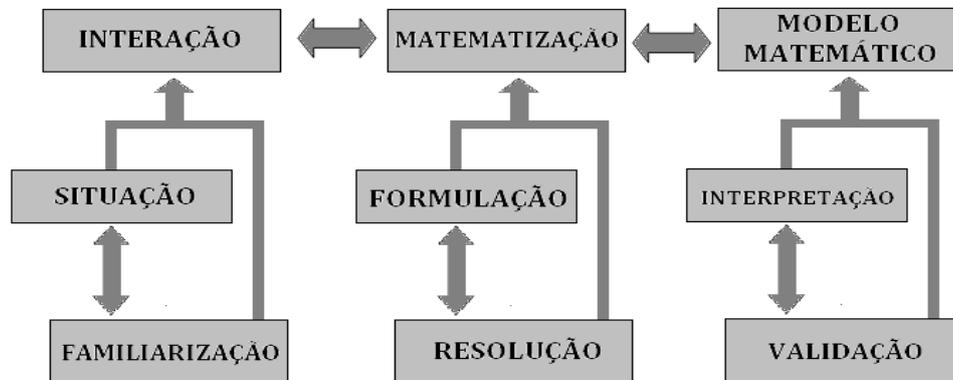


Figura 3: Dinâmica do Processo de Modelagem
 Fonte: Biembengut e Hein (2007, p. 15)

A dinâmica do processo de Modelagem Matemática ver **Figura 3**, não representa uma estrutura fechada. A dinâmica da Modelagem deixa claro ao modelador onde precisa chegar a partir de cada etapa, facilitando o seu desenvolvimento. Portanto é possível dentro dessa estrutura realizar uma ordem diferenciada conforme necessidade da situação problema.

3.5 POR QUE UTILIZAR A MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO

Conforme referência aos PCN (1998) do ensino médio, a estratégia mais freqüente entre os docentes de Matemática na escola é a de definição – exemplo – exercício, via de regra como afirma Moysés (2004, p. 76) “a escola [o professor] desenvolve o trabalho matemático sem se preocupar com a contextualização” e então questiona-se: será que apenas essa tríade como estratégia, consegue suportar as demandas do processo de ensino-aprendizagem da Matemática no ensino médio?

Essa forma tradicional está enraizada na cultura escolar e uma mudança dessa prática é algo extremamente complexo.

Segundo Resnick (1987, apud MOYSÉS, 2004, p. 59, grifo nosso)

A última década viu se acirrar as críticas contra a forma como escola [o professor] vem trabalhando os conteúdos escolares. A **Matemática não é exceção**. Ao contrário, talvez seja um dos campos onde melhor se observa o fenômeno do “encapsulamento” ou “encapsulamento” da escola.

E se levarmos em consideração os resultados das avaliações realizadas pelo Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) no período de 1995 a 2007, podemos dizer que a tríade (estratégia) adotada realmente não suporta, verificou-se que as médias dos alunos brasileiros do ensino médio presentes na **Tabela 1**, mostra o baixo rendimento na disciplina Matemática.

As médias do SAEB são apresentadas em escala de proficiência, que varia entre 0 e 500. Cada uma das disciplinas tem uma interpretação específica da escala, que é única para as três séries avaliadas.

As médias de proficiência da escala apontam os distintos graus de desenvolvimento de habilidades, competências e aquisição de conhecimentos pelos estudantes ao longo dos anos de estudo.

UF	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007
Brasil	280,71	288,73	280,29	276,71	278,02	270,67	272,89
Norte	264,03	270,39	253,42	255,07	257,43	250,07	253,24
Pará	261,93	270,67	251,84	259,28	256,04	248,70	252,64
Amapá	269,01	253,95	261,41	255,64	269,83	260,28	252,21
Nordeste	261,00	290,40	265,51	264,12	265,28	257,27	258,15
Piauí	252,24	306,41	274,21	270,68	262,79	256,93	253,78
Paraíba	259,89	275,19	269,79	265,90	261,53	253,58	261,03
Sudeste	286,82	282,54	284,33	280,20	283,05	275,98	280,42
Sul	290,36	309,96	296,80	292,99	298,67	292,32	291,88
Rio Grande do Sul	299,46	325,44	305,26	309,90	301,51	306,12	296,33
Centro Oeste	287,55	302,57	287,14	285,06	278,80	274,53	257,39
Distrito Federal	318,52	316,55	298,58	295,84	292,71	297,83	300,31

Tabela 1: Proficiência de Matemática dos alunos de 3ª série do Ensino Médio de Escolas Urbanas 1995 - 2007

Fonte: SAEB – INEP/MEC

Se tomarmos como base de análise a Tabela 1, observamos que no período de 1995 a 2007 com exceção do ano de 1997, a proficiência em Matemática nas

regiões Norte e Nordeste ficou quase sempre abaixo da média nacional, deixando a entender que há uma necessidade em se buscar mudanças.

No Estado do Pará, os resultados dos alunos do ensino médio são ainda mais preocupantes, como mostra a Tabela 1, pois além de ficarem abaixo da média nacional, os alunos paraenses estão abaixo da média regional, além de que, ao longo desses doze anos (1995-2007) a média dos alunos paraenses decresceu em torno de 9,29 pontos. Esses resultados nos revelam que é preciso continuar a busca da qualidade, portanto devem provocar profundas reflexões sobre o processo de ensino-aprendizagem da Matemática no Estado do Pará.

Se os resultados não são satisfatórios, há a necessidade de mudanças não só no processo ensino-aprendizagem da Matemática, mas de todo o contexto educacional (política, estratégias, currículo, formação profissional entre outros) e, é de fundamental importância que ocorra o mais rápido possível, pois o conhecimento matemático tem importante papel na formação do aluno e, por isso precisamos nos ater à forma como este conhecimento é transposto.

Daí a nossa proposta de inserção das tecnologias informáticas em especial o computador no processo de Modelagem Matemática com o uso do portfólio.

Porém questionamos: Que argumentos são necessários para sensibilizar o professor e assim convencê-lo das mudanças no processo de educação Matemática? A inserção do computador no processo de Modelagem com auxílio de portfólio é uma estratégia eficiente e facilitadora do processo de ensino-aprendizagem da Matemática?

O professor deve ter a consciência da importância do conhecimento matemático para o aluno e do seu papel na condição de formador de opinião. O saber matemático está presente nas diversas áreas do conhecimento, por isso, dominá-los ou conhecê-los passou a constituir-se em um saber fundamentalmente necessário, considerando o contexto do dia-a-dia.

Neto (2004, p. 5) afirma que,

O mundo do século XXI é um mundo banhado em números. Manchetes usam medidas quantitativas para noticiar aumentos no preço da gasolina, mudanças nos resultados do SAT (Standard Aptitude Test), riscos de morrer de câncer no cólon, e números de refugiados na mais recente guerra étnica. Anúncios usam números para competir no preço de contratos de telefones celulares e nos empréstimos de juros baixos para automóveis. Notícias de esportes abundam em estatísticas dos times e nas chances nas próximas competições.

[...] Agricultores usam computadores para encontrar mercados, analisar o solo, e para prover quantidades controladas de sementes e nutrientes; enfermeiras usam conversão de unidades para verificar a acurácia das dosagens de medicamentos; sociólogos extraem conclusões de dados para entenderem o comportamento humano; biólogos desenvolvem algoritmos computacionais para mapear o genoma humano; supervisores de produção em fábricas usam estratégias - σ para assegurar controle de qualidade; empreendedores fazem previsões de mercados e custos usando planilhas de cálculo em computador; advogados usam evidências estatísticas e argumentos envolvendo probabilidades para convencer jurados.

Os papéis desempenhados pelos números e dados na sociedade contemporânea são intermináveis.

A importância da Matemática no ensino de uma forma geral pode ser justificada quando educar Matematicamente requer objetivos, claros, concretos, planejamento da ação educativa e ferramentas que as potencialize, e por fim, a avaliação dos resultados do que se realizou.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (1997, p. 28), “o conhecimento Matemático é fruto de um processo de que fazem parte a imaginação, os contra-exemplos, as conjecturas, as críticas, os erros e os acertos”. E Charnay (2001, p.36) complementa afirmando que um dos objetivos essenciais do ensino da Matemática “é precisamente que o que se ensine esteja carregado de significado, tenha sentido para o aluno”.

3.5.1 A INSERÇÃO DA MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO

À Matemática é reservado um papel formador de fundamental importância para sociedade. Historicamente o conhecimento matemático tem servido como um dos suportes fundamentais no seu desenvolvimento. Sendo assim, é importante construí-lo também a partir do ambiente escolar, em especial do ensino médio de forma que as estratégias adotadas despertem a curiosidade, a criatividade e o interesse do aluno.

Estudiosos (Barbosa, 2004, 2007; Bassanezi, 1990, 1994; Biembengut, 1990, 1999; Blum & Niss, 1991; Borba, Meneghetti & Hermeni, 1997, 1999, Burak 1987, 1992, 1998, 2004 e 2006) justificam o uso da Modelagem no processo Ensino-Aprendizagem da Matemática como alternativa eficiente.

Blum (1989 apud BASSANEZI, 2006, p. 36-37) considerando a realidade do sistema educacional apresenta seis argumentos para inserirmos a Modelagem no

processo de ensino-aprendizagem da Matemática: formativo, de competência crítica, de utilidade, intrínseco, de aprendizagem e de alternativa epistemológica.

Todos são representativos, porém, é necessário enfatizar dentre esses argumentos, o formativo: que desta-se aplicações Matemáticas e a performances da Modelagem Matemática como processo para desenvolver capacidade em geral e o de Aprendizagem: garante que os processos aplicativos facilitam ao estudante compreender melhor os argumentos matemáticos, guardar os conceitos e os resultados, e valorizar a própria Matemática.

Kluber e Burak (2007, p.1) também justificam a utilização da Modelagem no âmbito da Educação Matemática e do Ensino. Colocando os seguintes pontos:

- 1) Construção e o desenvolvimento de conceitos e dos conteúdos matemáticos – a qual ocorre de forma dinâmica e procura a relação de cooperação entre o professor e o aluno;
- 2) Contextualização das situações – entendida aqui como a relação entre os conteúdos e temas nos diversos contextos, sejam eles, o social, o econômico, o cultural;
- 3) Integração com outras áreas do conhecimento – muito próxima a uma atitude interdisciplinar, pois permite o diálogo da Matemática com outros campos;
- 4) Socialização favorecida pelo trabalho em grupo – compreendida como o processo de interação entre os alunos, o professor e a sociedade como um todo.
- 5) Ruptura com o currículo linear – que se constitui em umas das características mais importantes da Modelagem, pois com ela, não são os conteúdos que determinam o problema, mas o contrário.

A utilização da Modelagem no ensino médio pressupõe uma postura, diferenciada do professor de Matemática, pois dentro dessa estratégia, deixa de ser um mero reprodutor de conteúdos sem significado para o aluno, e da mesma forma o aluno sai da postura passiva de receptor, e passar a co-responsável pela construção do conhecimento matemático.

O aluno e o professor são considerados parceiros no processo de ensino-aprendizagem, o que se efetiva a partir uma comunicação dialógica e colaborativa em sala de aula.

O tratamento do conhecimento Matemático no ensino médio desenvolvido na perspectiva da Modelagem, não segue a rigidez do currículo do ensino tradicional, é

desejável que o conteúdo seja estabelecido no decorrer do processo de Modelagem. Entende-se por ensino tradicional, conforme Libâneo (1999, p. 22), aquele no qual:

Os conteúdos, os procedimentos didáticos, a relação professor-aluno não tem nenhuma relação com o cotidiano do aluno e muito menos com as realidades sociais. É a predominância da palavra do professor, das regras impostas, do cultivo exclusivamente intelectual.

Reforçando ainda a idéia Libâneo (1999, p.24), acrescenta que, na aprendizagem tradicional, a assimilação do aluno é considerada igual a do adulto, somente menos desenvolvida, por isso:

Os programas, então, devem ser dados numa progressão lógica, estabelecida pelo adulto, sem levar em conta as características próprias de cada idade. A aprendizagem, assim, é receptiva e mecânica [...] A retenção do material ensinado é garantida pela repetição de exercícios sistemáticos e recapitulação da matéria.

Portanto, diferentemente do ensino tradicional, a Modelagem, como estratégia de ensino, vislumbra possibilidades de aproximação entre a realidade escolar, social e tecnológica do ensino médio, esse contexto faz-se necessário para que o aluno possa alcançar uma aprendizagem com significados, contribuindo também na sua formação integral.

Silva e Levy (2009, p. 17) afirmam que:

O professor precisa fazer do ensino um recurso que permita a superação do currículo estático e defasado ora existente, bem como a superação daquilo que é imposto ao aluno no decorrer da sua vida, oportunizando a esse aluno o exercício da reflexão, da crítica e/ou da criatividade.

A presença da Modelagem no processo ensino-aprendizagem da Matemática no ensino médio é uma estratégia que permite tanto ao professor quanto ao aluno desenvolverem de forma crítica, reflexiva, coletiva e colaborativa o conhecimento Matemático, no qual a utilização do portfólio e do computador possam potencializar o processo educacional.

4 AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Neste capítulo tratará do referencial teórico da informática na educação, refletindo inicialmente sua inserção na educação Matemática em especial o uso do computador vislumbrando uma aproximação com a estratégia da Modelagem Matemática, onde concebe-se o computador como um instrumento, epistemologicamente surgido na própria Matemática. Neste capítulo, também abordará a informática, em especial, o uso computador de forma a comparar o processo de Modelagem com a atividade de programação.

4.1 REFLETINDO A INSERÇÃO DA INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

O debate sobre a inserção de computadores e outros aparatos tecnológicos na educação acirrou-se principalmente a partir do ano de 1990. Porém, a sua utilização no ensino-aprendizagem da Matemática já acontece à pelo menos cinco décadas.

Ponte e Canavarro (1997, p. 95), afirmam que, “as primeiras experiências da utilização das novas tecnologias da informação no processo ensino-aprendizagem da Matemática remontam à década de 60, numa fase em que os computadores eram muitos raros, dispendiosos e complicados de operar”.

O processo de ensino-aprendizagem da Matemática, auxiliada por novas tecnologias (computador, calculadora) é ainda nos dias atuais, motivo de controvérsias e discussões entre os professores. No início dessa inserção tecnológica as dificuldades na manipulação da ferramenta, entre outros fatores, inviabilizavam seu uso e isso era motivo suficiente para a resistência por parte do professor e conseqüentemente sua rejeição.

Silva (2003, p. 31) afirma que,

A resistência dos professores em utilizar tecnologias advém de diversos fatores, como a insegurança – se domina o seu conteúdo, deve dominar

também o computador, para não “desestabilizar sua autoridade” frente aos alunos; o medo de danificar equipamentos; a dualidade entre as condições da escola e as condições socioeconômicas do professor, que na maioria das vezes, só tem acesso ao computador na própria escola.

A resistência dos professores como colocado na citação acima é fato, e com ela os posicionamentos e comentários que surgiram para justificar a não utilização da informática na educação, entre eles destacamos: “se os alunos utilizarem o computador ou a calculadora para realizar suas atividades, o que iremos lhes ensinar”, “se os alunos dominarem apenas a técnica de manipulação dessas tecnologias não desenvolverão o raciocínio lógico-matemático”, “o professor será substituído pelo computador como ocorreram nas indústrias”, este último foi de grande relevância em outros tempos e quase não se ouve mais na escola, porem Silva (2003, p. 78) afirma que “persistem o medo, a resistência e a insegurança de muitos professores”. Della Nina (2005, p. 51), se posicionando contra os comentários que versavam contra o uso do computador e calculadoras na sala, afirma que,

O uso das calculadoras e dos computadores na escola, além de liberar o aluno de tarefas mais técnicas, auxilia no processo de investigação de problemas matemáticos e permite um melhor gerenciamento do tempo e das ações de ensino e aprendizagem.

Borba e Penteadó (2001, p. 45) afirmam que,

Essa dicotomia entre seres humanos e técnicas parece ter aguçado em sociedade como a nossa, onde, na década de 70, havia grades discursos sobre o perigo das máquinas dominarem os humanos e, em particular, dos computadores e calculadoras “emburrecerem” nossas crianças. Dessa forma, deveríamos evitar que nossos alunos fossem contagiados pelos processos mecânicos das mídias informatizadas.

A discussão sobre a inserção da tecnologia informática representada principalmente pelo computador avançou significativamente, mas precisamos ainda refleti-la no processo ensino-aprendizagem da Matemática.

O Parâmetro Curricular Nacional (1998, p.41) de Matemática, afirma que é preciso,

Uma rápida reflexão sobre a relação entre Matemática e Tecnologia. Embora seja comum, quando nos referimos às tecnologias ligadas à Matemática, tomarmos por base a informática e o uso de calculadoras,

estes instrumentos, não obstante sua importância, de maneira alguma constituem o centro da questão.

O impacto da tecnologia, cujo instrumento mais relevante é hoje o computador, exigirá do ensino de Matemática um redirecionamento sob uma perspectiva curricular que favoreça o desenvolvimento de habilidades e procedimentos com os quais o indivíduo possa se reconhecer e se orientar nesse mundo do conhecimento em constante movimento.

Concordamos que o uso de tecnologias não deve ser o centro da questão, todavia acreditamos que a reflexão precise ser profunda e não rápida como colocada na citação anterior, pois a inserção e apropriação das tecnologias informáticas na educação em especial na Matemática do ensino médio são desejáveis e indispensáveis à formação de qualquer cidadão, o que inclui o próprio professor.

Segundo Borba e Penteado (2001, p. 8), “a informática se constituiu em uma das principais tendências da Educação Matemática”. E neste contexto Miranda e Laudares (2007, p. 73) afirmam que

A Educação Matemática não se realiza sem a Educação Tecnológica. A escola é uma instituição social. Daí, “sofre” intervenção do contexto no qual se insere e, se a sociedade moderna está definida e estruturada pela tecnologia, todas as suas instituições passam a ser delineadas com parâmetros tecnológicos.

Com base nas citações dos autores questiona-se: por que a prática docente de parte dos professores de Matemática continua ainda dissociada do uso de novas tecnologias como o computador e a calculadora?

A questão ora levantada é bastante relevante e diversos fatores implicam em dificuldades. Investimentos em formação tecnológica para o professor de Matemática, adoção de novas estratégias de ensino que apontem para possibilidades de utilização das novas tecnologias e fundamentalmente reflexão crítica tanto da inserção das novas tecnologias no ambiente escolar como da própria prática docente.

Para Silva (2003, p. 32),

“a introdução desses equipamentos sem uma prévia reflexão sobre o porquê, como e para que utilizá-los provoca o abandono do computador, pois o seu uso depende do contexto no qual se opera, da capacidade criativa do professor, do software disponível e, sobretudo dos objetivos que se desejam alcançar.

A dimensão reflexiva é apontada neste trabalho como uma possibilidade de desenvolver a inserção consciente da informática na educação Matemática. Mas para que de fato possa acontecer deve vir acompanhada de formação continuada para o professor de Matemática, tanto em sentido de habilidades técnicas como pedagógicas.

Os investimentos em projetos de qualificação profissional são fundamentais, mas infelizmente, como afirmam Rosalen e Mazzilli (2005, p. 1),

Não tem sido priorizado tanto quanto a compra de computadores de última geração e de programas educativos pelas escolas, transparecendo a idéia de que os equipamentos sozinhos podem melhorar a qualidade das práticas educativas.

O processo de ensino-aprendizagem da Matemática, por meio da utilização do computador deve ter o professor como elemento fundamental e indispensável.

Segundo Valente (1993, grifo nosso)

A verdadeira função do aparato educacional **não deve ser a de ensinar mas sim a de criar condições de aprendizagem**. Isto significa que o professor deve deixar de ser o repassador do conhecimento e passar a ser o **criador de ambientes de aprendizagem** e o facilitador do processo de desenvolvimento intelectual do aluno.

Pesquisas, como as de Borba e Penteado (2001), Ponte e Canavarro (1997), Papert (1988, 1994), e Levy (1993) entre outras, apontam que a inserção das novas tecnologias em e especial a utilização do computador no processo de ensino-aprendizagem da Matemática pode potencializar o desenvolvimento de atividades em sala de aula e a construção de conhecimentos em parcerias com os alunos.

4.2 A INSERÇÃO DO USO DO COMPUTADOR NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: A MODELAGEM APROXIMANDO HORIZONTES

Se o professor de Matemática desejar utilizar as novas tecnologias (computador, calculadora, internet) para potencializar o desenvolvimento de atividades em sua sala de aula, a Modelagem pode ser uma grande incentivadora para que isso ocorra, pois acredita-se que o desenvolvimento do processo de Modelagem Matemática no ensino, faz surgir de forma quase que natural a possibilidade do uso de novas tecnologias. Esse fato justifica-se por meio de alguns

trabalhos como: Bassanezi (2006), Braga (2008), Machado (2005) que mesmo não discutindo a inserção de computadores no processo de Modelagem, ainda assim utilizam como ferramenta. No entanto, para a articulação entre elas é desejável que não aconteça aleatoriamente, e tendo o portfólio como “fio condutor” nessa relação.

Dentro desse contexto, não admiti-se, que o processo de Modelagem Matemática no Ensino, só é possível se utilizarmos o computador, mas considerar que este recurso, trás para o processo educacional, um potencial que pode facilitar o processo ensino-aprendizagem da Matemática na perspectiva da Modelagem.

Borba e Penteado (2001, p. 44) afirmam que,

A Modelagem pode ser e já foi bastante praticada no Brasil e em outros países sem o uso da mídia informática. Entretanto, a sinergia é imensa entre uma proposta que enfatiza a pesquisa por parte do aluno e uma mídia que facilita tal empreitada. Softwares de Geometria Dinâmica como o Geomtricks (2000) ou o Cabri, softwares de funções como os presentes nas calculadoras gráficas ou softwares que permitem o trabalho com funções, tabelas e estatística como o Excel, tornam-se importantes aliados em investigações abertas como as empreendidas em uma abordagem ligada à Modelagem Matemática.

Ao privilegiar a investigação e a exploração, Borba, Malheiros e Zulatto (2007, p. 101) consideram que, “a Modelagem está em sinergia com as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)”,

Portanto, ao pensar em desenvolver o processo de Modelagem Matemática no ensino, naturalmente será utilizado o computador, a calculadora e outras tecnologias.

A relação entre Modelagem Matemática e Informática (Novas Tecnologias) no processo ensino-aprendizagem da Matemática é um objeto de estudo presente em várias pesquisas na área da Educação Matemática: Ponte e Canavarro(1997), Borba e Penteado (2001), Borba, Malheiros e Zulatto (2007) e Bernalto (2002), entre outras.

Segundo Blum et al (2002, apud. Diniz, 2007, p. 25),

Dentro da área de Modelagem, há um subgrupo que investiga a parceria entre Modelagem e TIC, como pode ser visto no documento de discussão da *Internation Comission for Mathematical Instruction*⁵ sobre Aplicações e Modelagem na Educação Matemática, em que há uma seção que discute os impactos tecnológicos na Modelagem).

⁵ Comissão Internacional para instrução Matemática

Verificam que a partir de parte dos trabalhos e pesquisas desenvolvidas na estratégia da Modelagem, há essa aproximação sinérgica com relação à utilização das novas tecnologias.

Portanto, dentro do referencial teórico que relaciona essa sinergia entre Modelagem e tecnologia, destacam-se alguns, analisando-os sob dois aspectos básicos:

1. **Trabalhos e pesquisas que abordam a importância da inserção do uso do computador no processo de Modelagem:** nesses trabalhos são relatadas algumas experiências de sala de aula, em que o uso intencional do recurso tecnológico (computador, calculadora gráfica entre outros) é tratado como ferramenta que potencializa o processo de ensino-aprendizagem da Matemática, e a construção e desenvolvimento do processo de Modelagem no ensino por meio de situações problemas.

- a. Borba e Penteado (2001) - Informática e Educação Matemática;
- b. Borba, Malheiros e Zulatto (2007) – Educação a distância online;
- c. Bornatto (2002) - Modelagem – Simulação – Informática e a Matemática;
- d. Ponte e Canavarro (1997) – Matemática e Novas Tecnologias;
- e. Diniz (2007) – O papel das tecnologias da informação e comunicação nos projetos de Modelagem Matemática;
- f. Silva e Levy (2009)- Modelagem Matemática e Informática na Educação: desafios de uma educação holística;
- g. Della Nina (2004) - Modelagem Matemática e novas tecnologias: uma alternativa para a mudança de concepções;
- h. Machado (2005) - O olhar dos alunos e dos professores sobre a informática no curso de licenciatura em Matemática na UFPA
- i. Silva, Souza e Silva (2008) - É possível Modelagem Matemática com informática na educação.

2. **Trabalhos que abordam o processo de Modelagem como estratégia de ensino da Matemática:** nesses trabalhos o uso da tecnologia informática não é o cerne da questão, mas ainda assim, no desenrolar do processo de Modelagem

Matemática verificou-se surgir naturalmente como uma ferramenta necessária, que potencializa o processo ensino – aprendizagem da Matemática.

- a. Biembengut e Hein (2007) Modelagem Matemática no ensino;
- b. Machado (2005) – Uma possibilidade para o desenvolvimento de habilidades no tratamento da informação;
- c. Bassanezi (2006) – Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática;
- d. Braga (2008) – Modelagem Matemática e tratamento do erro no processo de ensino-aprendizagem das equações diferenciais ordinárias.

Os trabalhos e pesquisas ora destacados, trazem grandes contribuições à educação Matemática e porque não dizer, também à informática na Educação, por mostrarem possibilidades concretas de aplicações para a sala de aula, porém precisamos ter a clareza da importância em continuar buscando novos rumos, e assim sensibilizar especialmente o professor de Matemática.

A pesquisa em questão, ao buscar subsídios nos trabalhos destacados, também procura dentro dessa temática contribuir significativamente, inserindo no processo de ensino-aprendizagem da Matemática um elemento do nosso ponto de vista inovador que é o uso do Portfólio no processo de Modelagem. Dentro desse contexto, o portfólio além de ser um dos instrumentos de coleta de dados, possibilitou documentar e organizar o processo de Modelagem estabelecendo de forma mais clara a relação sinérgica com a utilização da tecnologia informática em especial o computador.

Acredita-se que a grande contribuição da utilização do Portfólio na pesquisa em questão foi a partir da sua constituição, possibilitando a organização das informações, facilitando a inserção do uso do computador no desenvolvimento no processo de Modelagem.

Como observou-se, são muitos os motivos para implementarmos o processo de Modelagem Matemática no Ensino inserindo o uso do computador como uma ferramenta potencializadora do processo educacional, dada a semelhança que há entre desenvolver um processo de Modelagem e uma atividade de programação no computador, neste contexto podemos até imaginá-los como elementos distintos, mas não disjuntos e essas diferenças ou semelhanças é que será discorrido no tópico seguinte.

4.3 MODELAGEM MATEMÁTICA E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL: SEMELHANÇAS E DIFERENÇAS

A Modelagem Matemática enquanto área da Matemática aplicada tem como um dos principais objetivos, a aquisição de modelos matemáticos aplicados, que podem por meio da simulação computacional representar um determinado sistema, favorecendo a tomada de decisão. Bassanezi (2006, p. 26) afirma que “o objetivo (e a esperança) de todo matemático aplicado ao estudar um problema é construir um modelo dentro de uma teoria Matemática já desenvolvida e amplamente estudada, que facilite a obtenção de resultados”.

A Modelagem no ensino (Modelagem Matemática aplicada à educação) tem alguns objetivos diferentes, mas não disjuntos dos objetivos da Matemática aplicada, entre eles, o de não se “preocupar” efetivamente ou especificamente com a obtenção de modelos matemáticos. No âmbito educacional o modelo matemático pode ser concebido como parte do processo de Modelagem, mas isso não significa afirmar que não tenha importância para o educador matemático, neste caso o modelo deve estar ligado explicitamente aos objetivos propostos e a intenção do professor para com o processo ensino-aprendizagem da Matemática.

No processo de ensino-aprendizagem da Matemática concebemos a utilização dos modelos de simulação sob dois aspectos:

1. A partir da aquisição dos softwares educacionais de simulação para trabalhar diretamente em sala de aula com o aluno: Neste caso o aluno apenas aplica o software em alguma situação sem ter a possibilidade de proporcionar efetivas mudanças.
2. A partir do desenvolvimento do processo de Modelagem Matemática e a possível obtenção do modelo matemático tomando-o como objeto para a simulação: Neste caso o aluno desenvolve todo o processo de Modelagem podendo a qualquer tempo (mesmo depois do processo finalizado) proceder alterações caso ache necessário para em seguida implementá-lo por meio do computador no laboratório de informática para o desenvolvimento de um

possível simulador, portanto podemos utilizar a simulação computacional como parte do processo de Modelagem.

Portanto, partindo desses dois aspectos é possível verificarmos que entre simulação e Modelagem, mesmo apresentando pontos comuns, ainda assim podem ser vistas com algumas diferenças, pois as aplicações desses recursos no processo ensino-aprendizagem da Matemática vão depender muito das pretensões do professor e de quais objetivos deseja alcançar.

Bornatto (2002, p. 68, grifo nosso) afirma que:

A diferença entre o *software* de simulação e o de Modelagem está em quem escolhe o fenômeno e em quem desenvolve o seu modelo. No caso da simulação, isso é feito e fornecido ao aprendiz. No caso da Modelagem, é o aprendiz quem escolhe o fenômeno, desenvolve o seu modelo e implementa-o no computador.

Na citação o autor afirma que na Modelagem é o aprendiz quem escolhe o fenômeno a ser modelado, porém essa não é uma verdade absoluta, existem entre os pesquisadores da área outras opiniões com relação a escolha do tema.

Biembengut e Hein (2007, p. 20) afirmam que:

O professor pode escolher o tema ou propor que os alunos o escolham. A escolha pelos alunos tem vantagens e desvantagens [...]. Seja qual for a forma adotada cabe ao professor inteirar-se do tema escolhido, que deve estar em sintonia com o conhecimento e a expectativa dos alunos, e preparar, previamente, a condução do processo de tal forma que desenvolva, no mínimo, o conteúdo programático

Portanto, Independentemente de quem escolhe o tema, se professor e/ou, aluno, o importante é que no processo de ensino-aprendizagem da Matemática o professor tenha a consciência de como deve abordá-lo em sua sala de aula. Se busca desenvolver o processo de Modelagem para chegar ou não ao modelo matemático e assim tratá-lo por meio da utilização do computador ou se partirá para aquisição de um modelo de simulação pronto permitindo ao aluno apenas testar as variáveis que são disponibilizadas para ele.

Se o professor optar por desenvolver o processo de Modelagem Matemática e em seguida o implementa por meio do recurso computacional, estará se aproximando ainda mais da atividade de programação, desenvolvendo segundo Valente (1998) o ciclo “*descrição - execução - reflexão - depuração – descrição*”, que

do nosso ponto de vista se apresenta tanto à atividade de Modelagem com o computador , quanto a de programação.

Valente (2008, nosso grifo), afirma que,

O ciclo descrição – execução – reflexão – depuração - descrição que se estabelece na programação também acontece quando o aluno usa o computador para criar um texto usando um processador de texto, quando utiliza o computador para desenvolver uma multimídia por meio de um software de autoria, ou mesmo uma planilha ou criar um banco de dados. Ou seja, esse ciclo acontece sempre que o aluno **interage com o computador** usando software abertos onde é o aluno que transmite informação para a máquina e não a máquina para o aluno.

Para Valente (1998), “a realização do ciclo descrição – execução – reflexão – depuração – descrição é de extrema importância na aquisição de novos conhecimentos por parte do aprendiz”.

O ciclo proposto por Valente (1998) está pautado nos preceitos do professor e pesquisador Seymour Papert ⁶ do Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), por possibilitar o enriquecimento de ambientes de aprendizagem (que pode ser o gerado pela Modelagem Matemática), onde o aluno interagindo com objetos desse ambiente, tem condições de construir o seu conhecimento. Esse é o paradigma construcionista⁷ onde se privilegia a aprendizagem ao invés de apenas o ensino.

Nota-se no **quadro 1** detalhadamente que há algumas semelhanças entre o ciclo proposto por Valente (1998) e as etapas para a realização do trabalho com Modelagem Matemática proposta por Biembengut e Hein (2007).

Valente (2008) afirma que, o aluno ao interagir com o computador passando informações para a máquina, estabelece-se o ciclo “descrição – execução – reflexão - depuração- descrição - que é o propulsor do processo de construção do conhecimento.”

Tomando como referência as ideias de Valente (2008) buscou-se descrever sucintamente o ciclo. Quando o aluno é capaz de transcrever por meio da linguagem de programação a resolução de um problema, está desenvolvendo no ciclo a

⁶ **Seymour Papert**: Teórico e Matemático mais conhecido sobre o uso de computadores na educação, tendo criado, na década de 70, a linguagem de programação Logo. Na educação, Papert cunhou o termo construcionismo com base na abordagem construtivista.

⁷ O construcionismo segundo Papert, busca alcançar meios de aprendizagens sólidas, valorizando a construção mental do sujeito, apoiada em suas próprias construções no mundo. O pensamento construcionista acrescenta algo ao ponto de vista construtivista. O construtivismo indica o sujeito como construtor ativo e argumenta contra modelos passivos de aprendizagem e de desenvolvimento, já o construcionismo dá ênfase às construções particulares do indivíduo, que são externas e partilhadas.

descrição da solução do problema. E o computador, ao agir conforme o comando, realiza a fase de **execução** desses procedimentos. O aluno ao olhar na tela o produto final, faz uma **reflexão** sobre essas informações. O processo de refletir sobre o resultado do programa pode acarretar mudanças se caso as suas idéias iniciais sobre a resolução do problema não corresponderem aos resultados apresentados pelo computador, neste caso é realizada a **depuração** para obter o resultado esperado pelo programa.

Este ciclo apresenta algumas semelhanças com as etapas do trabalho com Modelagem proposta por Biembengut e Hein (2007) como podemos verifica no **Quadro 1** abaixo.

Ciclo proposto por Valente (1998)	Etapas da Modelagem proposta por Biembengut e Hein (2007)
Descrição: O aprendiz lança mão de todas as informações disponíveis para representar e explicitar os passos da resolução do problema em termos da linguagem de programação no computador.	Escolha e Interação do Tema: o aprendiz a parti do tema escolhido faz um estudo aprofundando seu conhecimento sobre facilitando levantar questões e buscar relações.
Execução: Fornece um "feedback" fiel e imediato para o aprendiz. O resultado obtido é fruto somente do que foi solicitado à máquina.	Planejamento do trabalho: Examinar os fatos buscando generalizações e escolher a solução que pareça mais conveniente.
Reflexão: Esse processo pode provocar o surgimento de uma das alternativas: a resolução do problema apresentado pelo computador corresponde às ideias iniciais do aprendiz e portanto não são necessárias modificações no procedimento ou a necessidade de uma nova depuração do procedimento porque o resultado é diferente das ideias iniciais.	Conteúdo Matemático: O aprendiz utiliza a ferramenta Matemática em busca de resolver o problema e busca compreender de forma contextualizada os resultados.
Depuração: Esse processo acontece quando o aprendiz busca informações em outros locais e essa informação é assimilada pela estrutura mental, passando a ser conhecimento e as utiliza no programa para modificar a descrição anteriormente definida. Nesse momento, repete-se o ciclo descrição – execução - reflexão - depuração - descrição.	Validação e Extensão dos trabalhos desenvolvidos: O aprendiz Avalia se o modelo encontrado é válido, se sim pode submetê-lo à experimentação controlada (simulação). Se não é necessário reiniciar o processo a partir da matematização.

Quadro 1: Comparação do ciclo proposto por valente X Etapas de realização do trabalho com Modelagem

Fonte: Pesquisa bibliográfica

O ciclo descrição - execução - reflexão - depuração - descrição é possível no processo educacional, desde que mediado pelo "agente de aprendizagem" que conheça o significado do processo de aprendizagem por intermédio da construção do conhecimento.

Neste enfoque, o uso dos computadores pode revelar-se um ponto-chave para se trabalhar com a Modelagem e simulação em sala de aula. A escolha da tecnologia informática, em especial o computador, deve possibilitar ao aluno, compreender as estruturas Matemáticas de maneira prática e dinâmica, isto é, utilizando-a efetivamente; deve também executar as tarefas essenciais à simulação de modelos matemáticos com o objetivo de que através do recurso, o aluno consiga perceber e interagir com a realidade à sua volta.

A sinergia entre Modelagem e Tecnologias pode ser percebida quando em determinadas atividades de Modelagem há uma necessidade quase que natural de utilizar as novas tecnologias (computador, calculadora, internet, entre outras), seja no processo de ensino – aprendizagem da Matemática ou até mesmo em atividades da própria Matemática aplicada. Mas, a essência dessa relação computador/Matemática (Modelagem) não é tão nova quanto se pensa; buscando relatos na história da Matemática, percebe-se que essa máquina que ora chamamos de computador, se originou epistemologicamente na Matemática.

5 ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa estabelecendo as diretrizes para o alcance dos resultados. Descreve a abordagem da pesquisa, caracterização dos sujeitos, local onde realizou-se a pesquisa e quais os instrumentos utilizados para a coleta e análise dos dados. Neste capítulo utilizou-se o portfólio como instrumento de coleta e organização de dados, em que seu uso e sua estrutura baseou-se na literatura de Modelagem.

5.1 A ABORDAGEM DA PESQUISA

A pesquisa em foco foi desenvolvida dentro da abordagem qualitativa, que segundo Chizzotti (2003, p. 79)

Parte do fundamento de que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, uma interdependência viva entre o sujeito e o objeto, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e subjetividade do sujeito. O conhecimento não se reduz a um rol de dados isolados, conectados por uma teoria explicativa ; o sujeito observador é parte integrante do processo de conhecimento e interpreta os fenômenos, atribuindo-lhes um significado. O objeto não é um dado inerte e neutro, mas está possuído de significados e relações que sujeitos concretos criam em suas ações.

Para Baraldi (1999, p. 17), “a pesquisa qualitativa em educação possui, como fonte de dados, o próprio ambiente natural onde os fenômenos se mostram, ou seja, não necessita da criação de ambientes experimentais e manipuláveis.”

Por haver uma relação direta entre professor-pesquisador e sujeitos, entende-se também que a pesquisa é do tipo pesquisa-ação que segundo Thiollent (1988, p. 21) “não deixa de ser uma forma de experimentação em situação real, na qual os pesquisadores intervêm de forma consciente. Os participantes não são cobaias e desempenham um papel ativo”.

Thiollent (1988, p. 22) afirma ainda que, “Com ela é necessário produzir conhecimentos, adquirir experiência, contribuir para a discussão ou fazer avançar o debate acerca das questões abordadas”

A pesquisa foi realizada em duas etapas principais: o levantamento bibliográfico/documental e a pesquisa de campo.

Na etapa inicial da pesquisa realizou-se o levantamento bibliográfico e documental, que segundo afirma Köche (2001, p. 34) “é o que se desenvolve tentando explicar um problema, utilizando o conhecimento disponível a partir de teorias publicadas em livros e obras congêneres”, este processo ocorreu em todas as etapas do trabalho e não será finalizado por entendermos que o conhecimento é dinâmico.

Na segunda etapa a pesquisa de campo, que segundo BOGDAN, BIKLEN (1993 apud FIORENTINI, LORENZATO, 2007, p. 106) “é aquela modalidade de investigação na qual a coleta de dados é realizada diretamente no local em que o problema ou fenômeno acontece”.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA DE CAMPO

A pesquisa de campo é uma oportunidade que o pesquisador tem para colocar em prática aquilo que construiu e acredita. Minayo (1994, p. 51) afirma que, a pesquisa de campo se apresenta como “uma possibilidade de conseguir não só uma aproximação com aquilo que deseja-se conhecer e estudar, mas também de criar um conhecimento, partindo da realidade presente no campo”.

Minayo (1994) também reforça a importância que tanto do investigador quanto do objeto em estudo, ambos são engrandecedores para a pesquisa, “não é apenas o investigador que dá sentido ao seu trabalho intelectual, mas os seres humanos, os grupos e as sociedades dão significados e intencionalidades às suas ações e construções

5.2.1 O Local da Pesquisa

Para definir o Local da pesquisa de campo, visitou-se inicialmente dois laboratórios de Informática: o do Núcleo de Tecnologia Educacional de Belém (NTE) e o da EEEFM⁸. Brigadeiro Fontenelle. O primeiro é utilizado constantemente em cursos de formações para professores o que inviabilizava utilizá-lo e o segundo, apesar do nosso grande interesse por ser central no bairro da Terra firme, não apresentava as condições necessárias para a realização do curso.

⁸ Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio

Diante deste fato solicitou-se a Unidade 6⁹ que cedesse um espaço físico para realização do curso Modelagem Matemática: Aprendendo Matemática com a utilização do Computador, nesta ocasião encontrava-se presente a vice-diretora da EEEFM Prof^o Mário Barbosa, que ao ouvir o relato das dificuldades encontradas para realização do curso, informou que havia a possibilidade de ceder o Laboratório de Informática da Escola. Sendo assim, realizou-se a pesquisa de campo no Laboratório de Informática da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Prof^o Mário Barbosa, no período de 16 a 27 de março de 2009.

Para iniciar o curso realizou-se anteriormente uma visita ao laboratório de informática da escola e, nesta ocasião o responsável técnico, informou que estavam instaladas 20 máquinas em pleno funcionamento, o que não representava a real situação, pois verificamos que dos 20 computadores, apenas 14 funcionavam, e desses, somente dez tinham acesso à internet.

5.2.2 A Coleta de dados

A coleta de dados foi feita durante a execução de um curso de 40 horas / aulas, desenvolvido na perspectiva da Modelagem segundo a proposta de Biembengut e Hein (2007) e com a utilização de recursos informáticos, e tinha como título: ***Modelagem Matemática: Aprendendo Matemática com a utilização do computador.***

5.2.2.1 Instrumentos utilizados na coleta de dados

Em busca de alcançar os objetivos, utilizou-se como instrumentos de coleta de dados: questionários e o portfólio.

➤ Questionários

Aplicamos três questionários, que segundo Chizzotti (1991, p. 55), “consiste em um conjunto de questões pré-elaboradas, sistemática e sequencialmente

⁹Órgão da Secretaria de Estado de Educação do Pará (SEDUC) que tem a função de gerenciar escolas de uma determinada área. Atualmente têm sob sua gerência 12 escolas com um total de 11.597 alunos matriculados.

dispostas em itens que constituem o tema da pesquisa”, na pesquisa em questão foi desenvolvido os questionários a partir da ideia apresentada por Machado (2005) e Della Nina (2005) que tratam de uma temática semelhante (a inserção do computador na Educação Matemática). O objetivo dos questionários foi buscar a percepção do aluno quanto à inserção do uso do computador no processo de Modelagem Matemática com o uso de portfólio.

Questionário I

Usamos no primeiro dia do curso (pesquisa de campo), fechando com algumas questões de múltiplas escolhas, e tendo como objetivo descrever o perfil dos sujeitos da pesquisa, com relação aos conhecimentos de informática e interesse.

Questionário II

Após a fase de interação do processo de Modelagem Matemática. É aberto e tem como objetivo verificar a contribuição do uso do computador no processo de Modelagem Matemática, auxiliado pelo desenvolvimento do portfólio.

Questionário III

Aplicado no último dia do curso. É semi-aberto e, tem como objetivo perceber a partir do posicionamento dos alunos parte do processo de ensino-aprendizagem da Matemática em suas escolas e avaliar até que ponto a proposta desenvolvida no decorrer do curso ministrado é viável.

➤ **O portfólio**

Tem como objetivo, criar as condições necessárias para que os alunos pesquisem e organizem as informações relevantes em pastas e subpastas no computador, avaliando cada etapa do processo de Modelagem e todas as suas ações, possibilitando a reflexão.

O portfólio segundo nos informa Hargreaves *et al* (2001, apud VILLAS BOAS, 2005, p. 40).

São muito usados por professores de escolas de educação fundamental e média da Grã-Bretanha como uma maneira de reunir os trabalhos dos alunos e para comunicar seus sucessos a eles próprios, a seus professores e a seus pais. Os Portfólios oferecem aos alunos a oportunidade de registrar, de modo contínuo, experiências e êxitos significativos para eles.

Para Fernandes; Cardoso (1992, 1994 *apud* ALMEIDA; TAVARES, 1998, p. 146) O portfólio se apresenta como:

Uma coleção organizada e devidamente planejada de trabalhos produzidos, pelo aluno, ao longo de um dado período de tempo, de forma a poder proporcionar uma visão tão pormenorizada quanto possível das diferentes componentes de seu desenvolvimento.

Villas Boas (2005, p.48) afirma que,

O portfólio pode ser construído durante um mês, um bimestre, um semestre, um curso, uma disciplina ou tempo do qual se dispuser e de acordo com os objetivos do trabalho a ser realizado. Pode abranger um tema, uma unidade ou atividades desenvolvidas durante um determinado período.

5.2.2.2 Procedimentos para a Análise dos dados

Para a análise dos dados buscou-se estabelecer o processo de categorização do tipo emergente que segundo Fiorentini e Lorenzato (2007, p.135) “são obtidas, mediante um processo interpretativo, diretamente do material de campo”.

Com base nos autores citados realizou-se a transcrição dos dados coletados em campo, dispondo em uma primeira coluna do **quadro 2**, em seguida, na segunda coluna desse mesmo quadro, chamada de “produção de significado”, efetuou-e as anotações e interpretações dos comentários, conectando-os com a literatura, e na terceira buscou-se o refinamento das ideias contidas na segunda coluna possibilitando a construção das categorias, como podemos observar no **quadro 2**.

Texto relativo as anotações de campo	Produção de significado(interpretação)	Construção das categorias
1 xyz xyz xyz xyz xyz xyz xyz 2 abc abc abc abc abc abc abc 3 rst rst rst rst rst rst rst rst 4 mn mn mn mn mn mn mn mn.. 5..... 6	xxxxxxxxxxxxxxxx yyyyyyyyyyyyyy zzzzzzzzzzzzzz	A B

Quadro 2: Ilustração do processo de construção de categorias
 Fonte: Fiorentini e Lorenzato (2007, p.135)

5.2.3 Os Sujeitos da Pesquisa

Para o curso, disponibilizou-se 30 vagas aos alunos da Unidade 6, porém, a divulgação se restringiu a três Escolas de Ensino Médio: Escola Estadual de Ensino Fundamental; Médio. Brigadeiro Fontenelle; Dr. Celso Malcher e Mário Barbosa.

As vagas por escolas ficaram distribuídas da seguinte forma: um aluno do 3º ano da escola Brigadeiro Fontenelle, três alunos do 1º ano da escola Celso Malcher e 26 alunos da escola Mário Barbosa, sendo sete do 1º ano, 16 do 2º e três do 3º, ver **Quadro 3**. A grande procura por parte dos alunos da escola Mário Barbosa se deve ao fato da realização do curso acontecer nas suas dependências.

Série dos Alunos	Nº de Alunos Inscritos	Nº de Alunos Participantes
1º ANO	10	5
2º ANO	16	7
3º ANO	4	4

Quadro 3: Estatística do número de alunos inscritos e participantes da pesquisa
Fonte: Pesquisa de campo

A justificativa para desenvolvimento do curso com alunos das diferentes séries do ensino médio baseia-se nos argumentos quatro e cinco de Kluber e Burak (2007, p.1) quando justificam a utilização da Modelagem no âmbito da Educação Matemática e do Ensino.

- 4) Socialização favorecida pelo trabalho em grupo – compreendida como o processo de interação entre os alunos, o professor e a sociedade como um todo.
- 5) Ruptura com o currículo linear – que se constitui em umas das características mais importantes da Modelagem, pois com ela, não são os conteúdos que determinam o problema, mas o contrário.

Corroborar-se com a ideia dos autores citados acima, de que é possível, por meio do processo de Modelagem Matemática, desenvolver o conteúdo matemático de forma não-linear, pois na estratégia da Modelagem é o problema que determina qual o aparato matemático a ser utilizado pelos alunos, portanto, ao se definir um tema e o problema, não se sabe a priori que recurso matemático será utilizado para responder a questões que podem depender de conteúdos presentes no ensino médio.

Reforçando, Kluber e Burak (2007, p.5) afirmam que:

O desenvolvimento dos conteúdos matemáticos não segue a rigidez do livro didático e muito menos o conteúdo que o professor define trabalhar. Os conceitos surgem na medida em que se faz necessária a sua explicitação, o seu auxílio para a resolução das situações-problema.

Porém, mesmo que os alunos sejam de séries distintas, é de fundamental importância para o sucesso do processo de Modelagem, que trabalhem em grupos, como forma de facilitar a interação entre os sujeitos e entre estes e o professor. Em síntese Della Nina (2005, p. 22) afirma que, “a educação pela pesquisa não é um conjunto linear de procedimentos, cada pesquisa será uma nova investigação”. E reforçando a ideia (*ibid*, p. 27) “A Modelagem Matemática aparece como uma alternativa de mudança de um ensino tradicional para um ensino de vanguarda, que pressupõe a educação pela pesquisa”.

5.2.4 Interação e colaboração no ambiente gerado pelo processo de Modelagem Matemática

Como observado no **quadro 3**, tem-se o desafio de ministrar o curso com alunos de séries distintas do ensino médio. Porém a possibilidade de mantê-los, dentro de um mesmo ambiente de aprendizagem gerado pela inserção do uso do computador no processo de Modelagem Matemática com o uso de portfólio, é concebida neste trabalho como um ponto positivo.

A interação e socialização entre esses alunos no decorrer do processo de Modelagem poderá contribuir significativamente para situações diferenciadas dentro do ambiente escolar em especial a de aprendizagem da Matemática. E dentro desse contexto entende-se que a possibilidade da inserção do uso do computador no processo de Modelagem Matemática com o uso de portfólio implicará ao professor assumir um papel diferenciado, já que deixa de ser a única fonte de conhecimento e o detentor da “verdade”, ou seja, o “chefe guia” do conteúdo passando a um partícipe ativo do processo educacional, contribuindo colaborativamente, com as construções coletivas dos alunos.

Morrison (1993, apud FINO, 2001, p. 7), afirma que,

A interação social se refere à observação de Vygotsky de que a aprendizagem é um processo social e o conhecimento algo socialmente construído. O conceito de interação está para o contexto do aprendiz como a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP¹⁰) para a sua natureza. A interação social não se define, portanto, apenas pela comunicação entre o

¹⁰ É uma área potencial de desenvolvimento cognitivo, definida com a distância que medeia entre o nível atual de desenvolvimento da criança(aluno), determinado pela sua capacidade atual de resolver problemas individualmente, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da resolução de problemas sob orientação de adultos ou em colaboração com pares mais capazes. Vygotsky(1978 apud FINO, 2001, p. 5).

professor e o aluno, mas também pelo ambiente em que a comunicação ocorre, de modo que o aprendiz interage também com os problemas, os assuntos, as estratégias as informações e os valores de um sistema que o inclui.

Nesse sentido, o processo de Modelagem Matemática no ensino como gerador de um ambiente favorável ao fazer matemático, pode possibilitar tal interação entre os alunos, o professor e o ambiente, possibilitando construir o conhecimento matemático de forma coletiva e colaborativa e a partir de situações presentes no cotidiano do próprio aluno.

Segundo afirmação de Barbosa (2007, p. 4),

Usualmente grande parte do ambiente [gerado pelo processo] de Modelagem Matemática é desenvolvido através das discussões dos alunos organizados em grupos, podemos assumir que as interações desenvolvidas entre os alunos e entre estes e o professor se constituem em subsídios para a construção dos modelos matemáticos.

O processo de ensino-aprendizagem da Matemática na estratégia da Modelagem com uso de tecnologias (computador, calculadora, etc.) e do portfólio pode e deve ser construído sobre essas características de interação e como coloca o autor citado, levando em conta que os alunos apresentam diferentes ritmos de aprendizagem e várias maneiras de desenvolvimento.

Dentro dessa perspectiva, a interação entre os sujeitos no ambiente gerado pelo processo de Modelagem, requer um trabalho colaborativo, precisando ficar claro que, os alunos não entram em um processo educacional colaborativo com os mesmos saberes e conhecimentos e, portanto, não sairão também com os mesmos saberes e conhecimentos. Castle (1997, apud BOAVIDA; PONTE, 2002, pp. 6-7) afirma que, “o êxito do trabalho colaborativo não requer que todos os intervenientes participem de modo semelhante nas diversas atividades, ou que todos obtenham, com o projeto, benefícios equivalentes.”

Deste modo um trabalho sustentado na interação possibilitará a colaboração entre os sujeitos, porém não envolvendo apenas uma aprendizagem relativa ao problema em questão. Envolve, também, a aprendizagem acerca das relações humanas.

Olson (1997, apud BOAVIDA, PONTE, 2002, p. 8) afirma que,

Cada um virá com os seus próprios objetivos, propósitos, necessidades, compreensões e através do processo de partilha, cada um partirá tendo aprendido a partir do outro. Cada um aprenderá mais acerca de si próprio, mais acerca do outro, e mais acerca do tópico em questão.

A temática da pesquisa em questão como já relatado, é a inserção do uso do computador no processo de Modelagem Matemática com o uso de portfólio; e dentro dessa abordagem percebeceu-se uma significativa aproximação quanto à proposta do trabalho colaborativo, ou seja, os alunos entre si e com o professor estarão interagindo a partir da troca de experiências e em torno de uma construção coletiva tanto do portfólio, quanto do processo de Modelagem com a inserção dos recursos da informática.

Borba, Malheiros e Zulatto (2007, p. 29) afirmam que

Considerando a colaboração como parte do processo interativo, professor e alunos devem atuar como parceiros entre si no processo de aprendizagem Matemática. [...]. A realização de atividades acontece de forma coletiva, de modo que a tarefa de um complementa a do outro, visto que, na colaboração, todos visam a atingir objetivos comuns, trabalhando conjuntamente e se apoiando mutuamente para isso.

5.2.5 Perfil dos sujeitos da Pesquisa

Quanto aos participantes da pesquisa constatou-se com base na **Tabela 2**, que o público é em grande parte do sexo feminino.

GÊNERO	QUANTIDADE	PERCENTUAL
MASCULINO	6	37,50%
FEMININO	10	62,50%
TOTAL	16	

Tabela 2: Perfil dos sujeitos da Pesquisa
Fonte: Questionário I – Pesquisa de Campo

Quanto aos domínios dos aplicativos Windows e/ou Linux verificamos que é relativo qualquer análise, já que nas escolas estaduais no Pará são desenvolvidos projetos de informática utilizando-se a base Linux, e isso talvez tenha influenciado as respostas dos alunos, quando afirmaram ter maior facilidade em desenvolver as atividades nessa base, como podemos verificar na **Tabela 3**.

APENAS LINUX	7	43,75%
APENAS WINDOWS	3	18,75%
LINUX E WINDOWS	6	31,25%
NENHUM	1	6,25%
LINUX	13	81,25%
WINDOWS	9	56,25%

Tabela 3: Perfil dos alunos sobre o domínio dos aplicativos Básico de informática
Fonte: Questionário I – Pesquisa de Campo

Dos alunos participantes da pesquisa constatou-se com base nas respostas da **questão 2, item a** do **questionário I** (ver anexos) que nenhum possui computador, o que é corroborado pelas informações veiculadas no site <http://integração.fgvsp.br/ano6/06/pesquisas.htm>, que no estado do Pará, somente 7,5% da população possui computadores e 3,5% tem acesso à Internet, mostrando que, a cultura digital e inserção tecnológica perpassam também, pela situação sócio-econômica dos alunos, tornando-se assim, a escola um espaço potencializador da inclusão digital.

Ainda com base na mesma questão e questionário do **item b** sobre a utilização de softwares para o ensino da Matemática, entre os alunos pesquisados apenas dois (12,5%) conhecem algum tipo de software e 14 (87,5%) não conhecem nenhum tipo, como apresenta a **Tabela 4**.

NÃO CONHECEM	14	87,50%
CONHECEM	2	12,50%

Tabela 4: Perfil dos alunos sobre os conhecimentos de Softwares de Matemática
Fonte: Questionário I – Pesquisa de Campo

Com relação ao uso da internet nota-se, por meio da **Tabela 5**, que a ferramenta de busca mais utilizada pelos alunos é o *site Google*, porém é positivo o fato de todos os alunos da pesquisa utilizarem pelo menos um dos sites de busca mais utilizados comumente. Portanto, entende-se que essa habilidade facilitou o processo de Modelagem, em especial a Interação.

GOOGLE	14	87,50%
YAHOO	1	6,25%
MSN	1	6,25%

Tabela 5: Perfil dos alunos sobre as ferramentas de busca mais utilizada na internet
Fonte: Questionário 1 – Pesquisa de Campo

5.3 O PORTFÓLIO SEGUNDO O PROCESSO DE MODELAGEM MATEMÁTICA

A pesquisa de campo iniciou-se com a proposta de Modelagem, estruturando o *portfólio*, que seria o mediador, entre o processo de Modelagem e a inserção da informática (uso do computador). No contexto desta pesquisa, concebeu-se o portfólio como um representante do processo de Modelagem Matemática, ou seja, imaginou-se o portfólio como um grande “guarda roupa” onde tudo se guarda organizadamente com o objetivo de se ter sempre à mão uma peça qualquer, conforme a necessidade de uma dada situação.

Examinou-se que as concepções de portfólio citadas anteriormente o preconiza como um instrumento que, dependendo do objetivo e área a que é proposto é utilizado para um fim.

Por exemplo, se a finalidade é a aprendizagem do aluno, poderá ter como objetivo ajudá-lo a desenvolver a habilidade de avaliar seu próprio trabalho e desempenho, além de oportunizar o registro das atividades de forma sistemática e reflexiva. Porém, se a finalidade é o processo de ensino, o objetivo poderá ser de avaliar o aluno de forma contínua e reflexiva, ou possibilitar a construção de conhecimento. Na pesquisa em questão utilizou-se o portfólio como instrumento de coleta de dados facilitando e organizando o processo de Modelagem Matemática com auxílio do computador.

Com relação ao portfólio, Villas Boas (2005, p.49) afirma que “por intermédio da reflexão, o aluno decide o que incluir como incluir e, ao mesmo tempo, analisa suas produções, tendo tempo de refazê-las sempre que quiser e for necessário” e partindo desse pressuposto entendeu-se ser de fundamental importância para processo de Modelagem o desenvolvimento dessas competências, pois assim poderá possibilitar ao aluno, principalmente, na fase de interação, um melhor aproveitamento do material pesquisado.

Várias possibilidades são abertas quando se utiliza o portfólio, uma delas é possibilitar aos sujeitos instaurar parcerias, professor-aluno-professor, aluno-aluno ou até mesmo professor-professor, Villas Boas (2005, p. 57) afirma que,

A parceria é uma competência a ser desenvolvida na escola[...]. O trabalho com o portfólio, tornando-se uma prática de toda a escola, imprime dinâmica

diferente ao trabalho da sala de aula e até da escola, porque são eliminadas as ações e atitudes verticalizadas e centralizadoras

Para Klenowski (2003 *apud* VILLAS BOAS, 2004, p. 56), o trabalho com o portfólio se baseia em seis princípios:

1. Promove nova perspectiva de aprendizagem;
2. É um processo;
3. Incorpora análise do desenvolvimento da aprendizagem;
4. Requer a auto-avaliação;
5. Encoraja a seleção e reflexão do aluno sobre o seu trabalho;
6. considera os professores como facilitadores da aprendizagem.

Analisando cada um desses princípios segundo o processo de Modelagem, notou-se que há semelhanças próximas entre os princípios do portfólio e o processo de Modelagem

1. A Modelagem também promove novas perspectivas de aprendizagem, que está sustentada no trabalho investigativo (pesquisa).

Kaiser e Sriraman (2006, *apud* Barbosa, 2007, p. 2) têm revisado a literatura e sistematizado cinco perspectivas sobre Modelagem, aqui destaca-se apenas a Contextual que está sustentada nos estudos psicológicos sobre aprendizagem.

2. A concepção de Modelagem defendida pelo Grupo de Estudos em Modelagem Matemática (GEMM) é como um processo gerador de um ambiente, portanto a ênfase é no processo.
3. O aluno inicia o processo de Modelagem com os seus conhecimentos prévios e diante da problemática reorganiza suas ideias incorporando dessa forma novos conhecimentos e desenvolvendo a aprendizagem.
4. O processo de Modelagem Matemática requer também a auto avaliação do que o aluno produz, até mesmo para refinamento de um possível modelo.
5. O processo de Modelagem é interativo e dentro desta possibilita ao aluno avaliar o seu trabalho tanto no coletivo, quanto no individual.
6. No processo de Modelagem professores e alunos são parceiros na construção do conhecimento, onde o professor deixa de ser o detentor de todo o conhecimento passando a partícipe do desenvolvimento de todo o trabalho e o aluno sai da condição de coadjuvante passando a co-autor de todo o processo.

Segundo Villas Boas(2004, p. 38) “em educação, o portfólio apresenta várias possibilidades; uma delas é a sua construção pelo aluno. Essa ideia é corroborada

pelas ideias de que o processo de Modelagem também se sustenta em uma construção coletiva dos alunos. Portanto, a perspectiva pretendida nesta pesquisa foi desenvolver o portfólio a partir também de um trabalho coletivo e colaborativo.

Neste caso o portfólio pode ser concebido como um mediador da inserção do computador no processo de Modelagem Matemática, facilitando ao aluno desenvolver a Modelagem e conseqüentemente também o processo de ensino-aprendizagem da Matemática, para Villas Boas (2004, p.178) “basta examinar os princípios nos quais o portfólio se apóia para perceber que ele orienta o desenrolar das atividades. Ele ocupa posição de destaque no processo”.

A estrutura do portfólio foi desenvolvida com a contribuição do computador como podemos verificar na **Figura 4**, no qual utilizou-se os recursos de pastas e subpastas disponíveis no computador para descrevê-lo. Ressaltando ainda, que o portfólio deve ser um instrumento flexível e possível de ser desenvolvido continuamente conforme a necessidade do processo educacional.

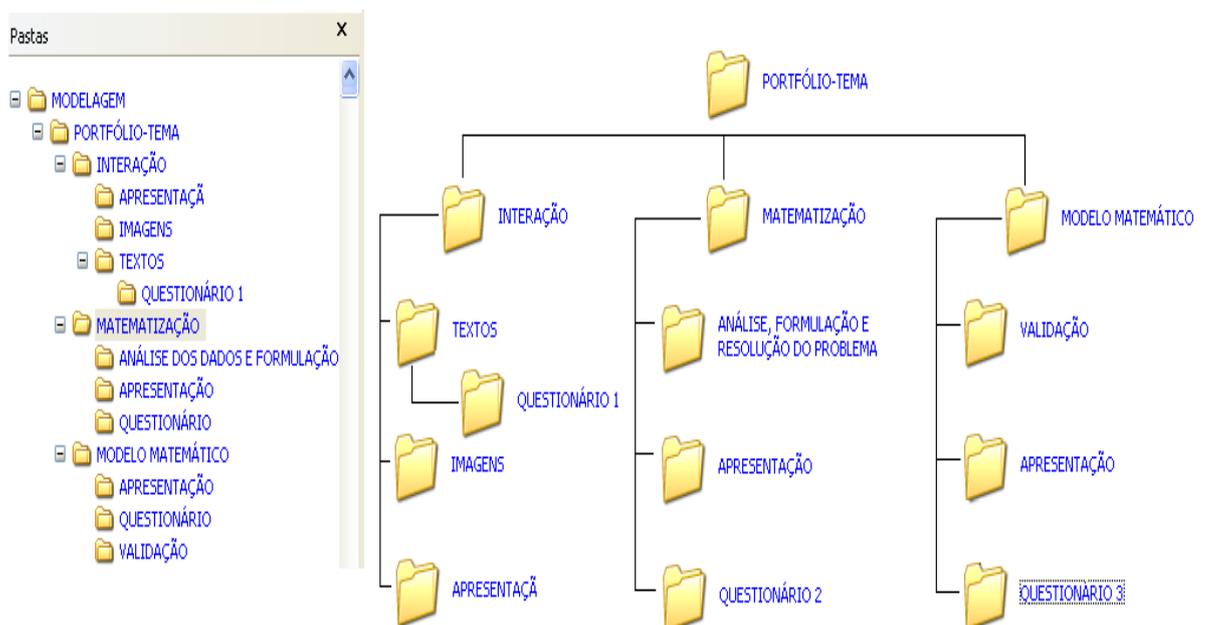


Figura 4: O Portfólio segundo a dinâmica do processo de Modelagem

Fonte: pesquisa de campo

O desenvolvimento do Portfólio conforme a **Figura 4** se deu com base na Dinâmica da Modelagem Matemática proposta por Biembengut e Hein (2007, p. 15) conforme **Figura 3**. Porém a ideia de sua construção, se deu com base em uma afirmação dos autores citados anteriormente que dizem, “é importante, ao concluir o

modelo, a elaboração de um relatório que registre todas as facetas do desenvolvimento, a fim de propiciar seu uso de forma adequada”.

Como a proposta do curso (pesquisa de campo) não tinha a intenção de desenvolver o relatório, somente depois de finalizado o processo de Modelagem, é que vislumbrou-se a constituição e uso do portfólio conforme a dinâmica da Modelagem de forma a possibilitar o registro paralelo de todas as etapas do processo de Modelagem. Considerou-se, porém, que o portfólio possa ir além de um simples arquivamento de material ou relatório, pois nele estarão abertas várias possibilidades que vai desde a avaliação do aluno até o processo de ensino-aprendizagem desenvolvido.

O processo iniciou-se com a Modelagem Matemática e o uso do portfólio, aplicando inicialmente o **questionário I** que foi arquivado pelos alunos no portfólio na pasta textos – questionários. Indicou-se também, algumas atividades para que os alunos utilizassem os recursos do computador como: Planilhas, PowerPoint, Word e a internet como forma de trabalhar as noções de informática.

Após essas noções, inicia-se no segundo dia de curso as atividades de Modelagem Matemática, sugerindo aos alunos a leitura de seis textos que foram disponibilizados no portfólio na pasta texto, em que cada um representava uma proposta de tema a ser trabalhada.

Apresentou-se alguns temas, tomando como base a própria literatura, e sustentando a possibilidade da escolha ou sugestão do tema pelo professor pautado na ideia de Chaves (2005, *apud* BARBOSA 2000, p. 58), que afirma:

Ao escolhermos o tema, podemos antecipar os conteúdos matemáticos que serão usados e, dessa forma, atender o que está preestabelecido no planejamento da escola. ‘Assumir configurações mais controladas [...] oportuniza um ‘caminho pavimentado’ aos professores e aos alunos não - familiarizados com a Modelagem para se moverem para este [e neste] ambiente’.

A escolha do tema, além de ser relevante para a sua formação deve ser abrangente, com vistas à realidade e com a possibilidade de instigar no aluno a curiosidade em querer investigá-lo, portanto entendeu-se como viável a escolha dos temas para o curso (pesquisa de campo), com o objetivo de abordá-los dentro do tópico Função.

Sugerimos os seguintes temas:

- 1) Energia Elétrica
- 2) Crescimento Populacional
- 3) Cesta Básica
- 4) Transporte Coletivo
- 5) Empréstimos e Financiamentos
- 6) Lixo

O curso (pesquisa de campo), iniciou-se e terminou com 16 alunos, em que ficaram divididos em quatro grupos com quatro alunos e disponibilizando ao aluno a própria escolha dos grupos, divididos em seis temas disponíveis.

Os temas escolhidos pelos quatro grupos foram:

- 1) Energia Elétrica
- 2) Crescimento Populacional
- 3) Cesta Básica
- 4) Transporte Coletivo

5.4 CARACTERIZANDO AS ATIVIDADES NO PROCESSO DE MODELAGEM

As atividades iniciaram-se a partir do segundo encontro e perduraram até o início do sétimo, e eram comuns aos grupos, porém era preciso levar em consideração as peculiaridades de cada tema e abordagem.

ATIVIDADE 1: realizar a leitura crítica do texto sobre o tema proposto: A ideia era além de possibilitar a familiarização do aluno com o tema, estimular também o senso crítico com as discussões internas. Disponibilizamos os textos (ver anexos) aos alunos tanto em forma impressa como em arquivo, no qual solicitou que fossem arquivados na pasta Interação – Texto.

ATIVIDADE 2: realizar uma pesquisa aprofundada sobre o tema, utilizando a internet, livros, artigos entre outros. Todo Material pesquisado que era significativo deveria ser destinado às pastas do Portfólio, no caso Interação - Textos ou Imagens.

ATIVIDADE 3: elaborar uma apresentação eletrônica sobre o tema proposto, e apresentá-la em um seminário com o objetivo de socializar os conhecimentos adquiridos com as pesquisas realizadas.

Desenvolvida as três atividades iniciais, colocou-se no portfólio de cada grupo de aluno **questionário II** para que fosse respondido individualmente e

arquivado na pasta interação – texto - questionário. O questionário tinha como objetivo verificar de que forma os alunos estavam assimilando o desenvolvimento do processo de Modelagem e do portfólio.

ATIVIDADE 4: realizar a análise da coleta de dados, problematizar e buscar a resolução em termos do modelo. Nesta fase do trabalho a colaboração mais efetiva do professor com cada grupo é fundamental para o rumo do trabalho, pois nesta fase, o objetivo é determinar qual a ferramenta Matemática é a mais adequada para se chegar uma solução desejável. No caso da pesquisa tinha-se a pretensão de tratar o tópico função, dessa forma, seria possível discorrer do mesmo tema a partir de outros tópicos da Matemática.

ATIVIDADE 5: incluir na apresentação existente da pesquisa o problema e a resolução em termo do modelo, arquivando-as na pasta Matematização - apresentação.

ATIVIDADE 6: com base no estudo realizado proceder à validação do possível modelo encontrado, e verificar a sua confiabilidade com relação aos objetivos gerais estabelecidos para o portfólio, ou seja, fazer a depuração, podendo rever todo o processo.

ATIVIDADE 7: finalizado o processo de Modelagem, os grupos concluíram o portfólio e compartilharam por meio de uma apresentação de slides tomando por base o processo contínuo de apresentação iniciado nas atividades três e quatro.

A dinâmica da Modelagem imbricada ao Portfólio, como pode-se observar na **Figura 5**, permite verificar que a conclusão do processo de Modelagem Matemática não o finaliza, portanto, na situação proposta o Portfólio torna-se mais abrangente por conter todas as etapas do processo de Modelagem.

O portfólio inicia o processo de Modelagem, e quando o processo é finalizado não significa que o portfólio também esteja, porém não afirmar-se que sempre de posse de um determinado modelo matemático o processo de Modelagem se finaliza, pois é possível a melhora de alguns modelos.

O processo de validação deve ser ainda parte do portfólio, portanto se for necessário rever todas as estruturas desenvolvidas, tudo estará disponível no portfólio, e somente após todas as análises é que será possível a apresentação do que foi construído pelos alunos.

A seguir na **figura 5**, ilustra-se a dinâmica das atividades com o objetivo de se tornar visível o desenvolvimento do processo de Modelagem, e como o mesmo, possibilita a constituição do Portfólio e vice-versa.

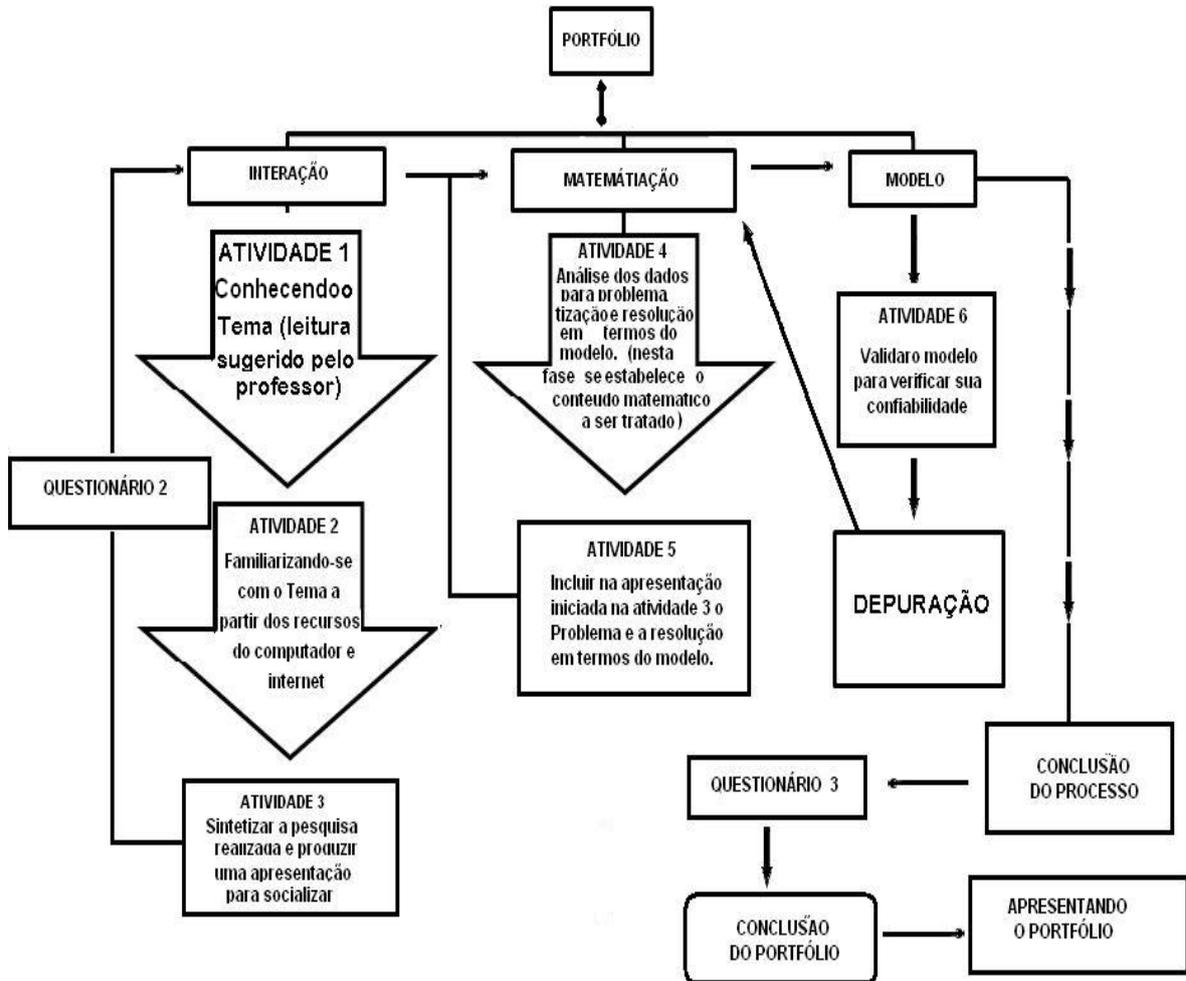


Figura 5: Descrição da dinâmica das atividades no Portfólio segundo o processo de Modelagem
Fonte: Atividades da pesquisa de campo

5.5 O PROCESSO DE MODELAGEM DO TEMA ENERGIA ELÉTRICA

Nesta pesquisa, tratou-se explicitamente o tema energia elétrica por entender que no decorrer das atividades, o grupo que se propôs a desenvolvê-lo mostrou maior empenho, consistência e aplicabilidade com relação as etapas da Modelagem que pretendia-se desenvolver, deixando de forma mais clara a ênfase no processo.

5.5.1 Primeira Fase do Processo de Modelagem: Interação

O tema em questão foi desenvolvido tomando-se por base a dinâmica das atividades proposta na **figura 5**, em que a partir da fase de reconhecimento do tema, os alunos realizaram interação por meio da leitura do texto proposto pelo professor – pesquisador, ***o consumo de energia elétrica também pode ser consciente***, Biembengut e Hein (2007) afirmam que “o ideal é que cada membro do grupo faça uma breve leitura sobre o assunto escolhido”.

Realizada a leitura e uma breve análise crítica do texto sugerido, os alunos partiram para a parte prática, que era levantar dados sobre o tema por meio da pesquisa na internet, em livros, em CD ROM ou entrevistas a pesquisadores da área de abordagem do tema.

Solicitou-se aos alunos do grupo que buscassem coletar artigos, imagens, vídeos relacionados ao tema em discussão, ou seja, qualquer material que fosse do ponto de vista do grupo relevante para o trabalho e comesçassem a arquivá-los enviando-os para a devida pasta do portfólio – pasta Interação.

Iniciaram então a pesquisa utilizando a internet ou rede mundial de computadores como forma de obter o material necessário, a internet segundo afirma Heide e Stilborne(2000, p.29),

Fornece acesso do tipo “aponte e clique” a arquivos de texto, imagens, som e, às vezes, vídeo, frequentemente integrados em torno de um assunto específico. A World Wide Web fornece acesso fácil para uma vasta variedade de informações

A utilização do computador conectado a internet possibilitou aos alunos de uma forma geral, realizar pesquisas rápidas e dinâmicas, porém esclareceu-se aos alunos que, dentro do possível, é importante também procurar as informações em revistas, jornais, livros, televisão, entre outras, de forma que não ficassem limitados a uma única mídia.

Ponte e Canavarro (1997, p. 23) afirmam que,

A introdução das novas tecnologias de informação na escola não tem que se traduzir necessariamente num <<ensino 100% computadorizado>>, onde tudo se baseia no computador, que todos vigia e controla. Pelo contrário, usado como uma ferramenta de trabalho ou como um elemento de apoio à aprendizagem, ele poderá constituir mais um recurso propiciador de novas experiências e novas atividades, ao qual se deita mão quando apropriado,

de acordo com as necessidades e interesses do momento, traduzindo-se num ensino mais rico e mais diversificado.

Portanto, em um curto espaço de tempo, foi possível ao grupo se familiarizar com o tema Energia Elétrica, e assim desenvolver uma apresentação de slides, socializando com os demais colegas as informações adquiridas.

A apresentação nos aproximava da ideia estabelecida pelo grupo, porém precisava-se depois de finalizada esta fase de interação com o tema, ter um *feedback* dos alunos individualmente e tentar compreender o que haviam assimilado.

Identificou-se cada aluno participantes da pesquisa por meio da sequência alfabética (A, B, C, D, ..., P) para evitar algum tipo de constrangimento.

Os alunos se agruparam em quatro grupos, e em cada grupo formado por quatro indivíduos. Sendo assim, cada equipe ficou definida da seguinte forma:

- 1) Energia Elétrica: Alunos (A, B, C e D)
- 2) Crescimento Populacional: Alunos (E, F, G e H)
- 3) Cesta Básica: Alunos (I, J, K e L)
- 4) Transporte Coletivo: Alunos (M, N, O e P).

Apresenta-se explicitamente nesta dissertação o tema Energia elétrica, porém acredita-se que o *feedback* dos alunos que trataram dos demais temas, seja importante também para o alcance dos objetivos dessa pesquisa.

5.5.2 Análise do Processo de Interação (questionário II)

As considerações apresentadas são referentes às análises do questionário II aplicado após o processo de interação nas atividades de Modelagem Matemática. Para o procedimento de análise considerou-se as categorias de análises advindas de cada questão do questionário II.

Perguntou-se aos alunos da pesquisa: *Como você avalia o processo de Modelagem Matemática com o uso do portfólio que produziu até então?*

A partir da pergunta destaca-se duas categorias de análises: uma com relação ao processo de Modelagem e a outra relativa ao Portfólio:

- **Aprender Matemática por meio do processo de Modelagem é diferente.**

Burak (1987, p. 28) faz referência a um provérbio de Confúcio para destacar a diferença entre a prática da Modelagem e a do ensino tradicional.

Eu ouço, eu esqueço;

Eu vejo, eu lembro;

Eu faço, eu entendo.

A primeira e segunda linha do provérbio mostra a prática do ensino tradicional presente em grande parte das nossas escolas - a escola tradicional - é a escola onde o aluno, é apenas um espectador, onde apenas ver e ouve os conhecimentos sem significados esquecendo-os em seguida.

A terceira linha destaca o fazer para entender, e o processo de Modelagem pode contribuir significativamente na construção do conhecimento, por possibilitar ao aluno o fazer matemático, ou seja, o aluno aprende enquanto desenvolve o processo.

Essa diferença é percebida no discurso de alguns sujeitos investigados nesta pesquisa:

Aluno A: Eu tô achando muito diferente, parece até que estamos numa aula de física.

Aluno C: Achei muito legal e diferente porque agente aprende alguma coisa da Matemática que tá na nossa vida, lá na escola o professor se preocupa em passar matéria e fazer exercício e ninguém sabe pra que serve...

Aluno G: muito trabalhoso, mas legal, porque deu pra entender o que era pra fazer.

Aluno I: Difícil de fazer porque não estamos acostumados, é muito diferente

Aluno L: Diferente, porque a gente não estuda dessa forma na escola

Aluno M: Avalio que se na nossa escola fosse dessa forma seria mais legal de Aprender.

Aluno P: Muito bom, mas é preciso muita ajuda do professor porque não é tão simples.

Assim o fazer matemático propiciado pelo processo de Modelagem Matemática, em especial o processo de interação contribui para a constituição de um ambiente de aprendizagem diferente do comumente desenvolvido na escola tradicional, e isso pode motivar o aluno a querer aprender Matemática.

Quanto à importância do uso do Portfólio no processo de Modelagem.

Villas Boas(2004, p. 38) afirma que “em educação, o portfólio apresenta várias possibilidades; uma delas é a sua construção pelo aluno. Neste caso, o portfólio é uma coleção de suas produções, as quais apresentam as evidências de sua aprendizagem”.

Nesta pesquisa além de o portfólio ser um dos instrumentos de coleta de dados, também contribuiu com a organização do processo de Modelagem Matemática, e isso pode ser percebido por meio dos comentários de alguns alunos participantes da pesquisa.

Aluno B: Antes do curso eu nem imaginava o que era, mas agora já tenho uma ideia, acho que serve para facilitar a pesquisa.

Aluno E: Esse lance de portfólio é legal porque eu nem sabia onde salvar o que pesquisei

Aluno F: Interessante, porque ajuda a fazer todo o trabalho

Aluno G: Muito trabalhoso, mas legal, porque deu pra entender o que era pra fazer.

Aluno H: Vejo como interessante porque ele facilitou guardar o que pesquisamos e a gente estuda em grupo.

Aluno J: Ele facilitou porque fizemos o trabalho por etapas ajudado pelo professor

Aluno N: Interessante, mas o tempo foi curto pra entender melhor

Aluno P: Muito bom, mas é preciso muita ajuda do professor porque não é tão simples

Com relação à estruturação do portfólio, é importante frisar, a medida que os alunos foram desenvolvendo o processo de Modelagem, o portfólio também foi se constituindo numa relação de interdependência, coordenando as ações do ponto de vista organizacional do processo de Modelagem, onde a utilização do computador facilitou por ser o objeto utilizado para conter o portfólio.

Ainda analisando o **questionário II**, pergunta-se aos alunos se achavam possível aprender Matemática a partir de temas propostos pelo professor?

Com base na pergunta dois, desenvolvemos mais duas categorias de análises:

Percepção dos Alunos quanto à aprendizagem da Matemática a partir de Temas Propostos.

O processo de Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem é ainda recente no âmbito educacional, sendo pouco utilizado em sala de aula. E aliado a ausência de uma prática de ensino da Matemática que aborde o conhecimento matemático a partir de temas propostos, o aluno acaba não adquirindo afinidade com esse tipo de prática, não sendo comum para ele estudar a Matemática a partir de temas, e isso percebe-se na **Tabela 6**, em que a maioria dos alunos pesquisados, não acha possível aprender Matemática a partir de temas.

É possível aprender	1	6,25%
Não é possível	13	81,25%
Não souberam responder	2	13,5%

Tabela 6: Tratamento do conhecimento matemático a partir de temas propostos.
Fonte: Pesquisa de campo

A justificativa para as respostas dos alunos se deu ainda na fase de interação com o tema, onde estavam realizando apenas a coleta de informações, assim sendo, não é comum para os alunos desenvolver trabalho investigativo em Matemática, pois quando se trata do processo de ensino aprendizagem da Matemática, como colocado anteriormente, os alunos estão acostumados apenas com o processo de educação tradicional.

O Processo de Modelagem Instiga a Curiosidade do aluno quanto ao Conteúdo Matemático.

Como colocado anteriormente, o aluno não apresenta afinidade com o processo de ensino-aprendizagem da Matemática, desenvolvido a partir de temas; e quando isso ocorre, pode ser natural da parte desse aluno desconfiar do que possa ocorrer durante o processo de aprendizagem, pois é comum na prática do professor de Matemática desenvolver o processo de ensino-aprendizagem a partir da definição, dos exemplos e exercícios.

Porém o trabalho com Modelagem no ensino instiga no aluno a curiosidade principalmente com relação ao conteúdo que no método tradicional é tudo muito bem delineado e o aluno não é levado a refletir sobre, já que pode acompanhar até mesmo por meio de qualquer livro didático.

Burak (1987, pp. 17-18) afirma que,

A Modelagem Matemática como uma metodologia alternativa para o ensino da Matemática procura dar ao aluno mais liberdade para raciocinar, conjecturar, estimar e dar vazão ao pensamento criativo estimulado pela curiosidade e motivação. [...].

É uma prática de ensino onde não há a sequência rígida de conteúdos, verificada no ensino tradicional, e a cada tópico do programa estudado é tratado com a profundidade devida ao nível e a série.

Verificou-se com base no **questionário II** (ver anexos) que alguns alunos da pesquisa mostraram-se curiosos quanto ao surgimento do conteúdo matemático como podemos observar nos comentários abaixo.

Aluno A: Acho que não porque não tem nenhum conteúdo.

Aluno B: Até agora ainda não estudamos nenhum conteúdo matemático, mas acho que deve ter alguma coisa a ver .

Aluno C: Acho que sim, só quero saber como

Aluno D: Eu não sei responder. Essa é a minha dúvida, será que isso é possível?

Aluno E: Acho que sim, mas apesar de ter uma ideia, ainda to curioso pra saber como a Matemática vai entrar.

Aluno N: Acho que sim, mas o professor tem que ficar sempre com o aluno para ajudar nas tarefas

Aluno O: Sim, mas é difícil

A conclusão sobre os relatos dos sete alunos é que o conteúdo não sendo delineado como ocorre no método tradicional, torna o aluno curioso ao fato de contestar se é ou não possível aparecer o conhecimento matemático.

Um dos objetivos da pesquisa era desenvolver o processo de Modelagem a partir do tópico função, e por meio dos comentários de alguns alunos pesquisados, verificou-se que havia uma preocupação com qual tópico seria desenvolvido, deixando a ideia de que o processo instigou a curiosidade dos alunos, como observa-se no comentário do **Aluno C** e do **Aluno E**. Enquanto o **Aluno C** apresenta ansiedade de como isso poderá ocorrer o **Aluno E** mostrou-se curioso para saber como vai surgir o conhecimento matemático.

Os demais alunos pesquisados não apresentaram opiniões relacionadas a esta categoria.

Prosseguindo a análise do processo de interação por meio do **questionário II**, perguntou-se aos alunos: Como observavam o uso da internet na pesquisa até então realizada?

Esclareceu-se que a colocação da frase na pergunta três, *na pesquisa até então realizada*, faz referência ao processo de interação. Assim destacou-se a partir desta, mais uma categoria.

A internet possibilita uma nova dinâmica de pesquisa que facilita o processo de interação.

A Internet é hoje, uma das faces mais visíveis das novas tecnologias, com uma presença cada vez mais maciça em nossa vida. A *World Wide Web* constitui uma imensa rede, que liga pessoas por todo o mundo, colocando à disposição uma fonte inesgotável de informações e possibilidades de interação sobre os mais variados

temas e assuntos. Entre estes tem-se naturalmente, muitos com relevância direta para o ensino e a aprendizagem da Matemática.

A internet segundo afirmam Heide e Stilborne (2000, p.29),

Fornecer acesso do tipo “aponte e clique” a arquivos de texto, imagens, som e, às vezes, vídeo, frequentemente integrados em torno de um assunto específico. A World Wide Web fornece acesso fácil para uma vasta variedade de informações

A internet potencializa o processo de Modelagem principalmente na fase de interação, possibilitando uma dinâmica diferenciada de pesquisa, pois a partir do “aponte e clique” citado acima, se torna muito simples ao aluno realizar a busca de informações e isso é visível nos comentários da maioria dos alunos da pesquisa quando falam do uso da internet para realizar o trabalho.

Aluno A: Muito legal porque facilita a pesquisa

Aluno B: Acho que agente não teria feito nada se não fosse a internet , até porque na escola não tem biblioteca ai como agente ia pesquisar o assunto.

Aluno C: Eu me inscrevi no curso por que ia ser no laboratório informática e agente ia usar a internet, ela é muito boa e facilita qualquer pesquisa

Aluno D: Numa biblioteca ia perder um tempão para conseguir esse material.

Aluno E: Sem o computador na internet fica muito difícil encontrar o que queremos

Aluno F: Com a internet o trabalho fica muito mais fácil e prático

Aluno G: A internet facilitou muito para fazer a pesquisa

Aluno H: Muito importante porque sem ela a pesquisa seria complicada.

Aluno I: Muito bom porque com ela podemos pesquisar com mais facilidade que numa biblioteca

Aluno L: Muito boa porque na internet conseguimos quase tudo que precisamos pesquisar

Aluno M: Importante para fazer qualquer tipo de pesquisar

Aluno N: Com a internet dá pra fazer muitas coisas entre elas fazer pesquisas.

Aluno P: Muito legal, ela facilitou grande parte da pesquisa

É possível observar a partir da percepção da maioria dos alunos, que a inserção do uso do computador conectado à internet na busca das informações, representa no processo de Modelagem um elemento de fundamental importância, abrindo inclusive, uma discussão sobre a forma de realizar a pesquisa, já que nas escolas onde os alunos da pesquisa estudam não há bibliotecas, assim sendo a utilização da internet apesar de não substituir a biblioteca, minimiza o fato de uma escola não tê-la. E isso fica aparente no comentário do **Aluno I** quando compara o uso da internet com o de uma biblioteca, deixando a entender que se torna mais fácil pesquisar quando utiliza-se a rede mundial de computadores, e a ideia é reforçada

pelo **Aluno E** que afirma: *sem o computador na internet fica muito difícil encontrar o que queremos.*

A utilização da internet possibilitou aos alunos efetuarem a pesquisa de forma rápida como coloca o **Aluno D**: *Numa biblioteca ia perder um tempão para conseguir esse material*, pois se imaginarmos um aluno de ensino médio fazendo a busca de informações numa biblioteca, no mínimo irá precisar de auxílio de um profissional para encontra o que precisa.

Perguntou-se aos alunos da pesquisa: Qual a importância do uso do computador no processo até então desenvolvido?

A partir da pergunta quatro do questionário II destacou-se mais uma categoria. Lembrando que o processo no qual se refere à pergunta é o de Modelagem Matemática no ensino.

O computador como facilitador do desenvolvimento da pesquisa.

A utilização do computador no processo de Modelagem em especial na fase de interação molda outro formato para desenvolvermos o conhecimento matemático por meio da pesquisa investigativa, o computador é um instrumento que apresenta a capacidade de dinamizar o processamento e gerenciamento da informação.

Boba, Malheiros e Zulatto (2007, p. 87) relatam que:

Em Borba e Penteado (2001), já foi discutido que os computadores não têm papel secundário na forma como o conhecimento é produzido. O lápis e o papel moldam a maneira como uma demonstração em Matemática é feita; a oralidade realiza processo análogo quando uma ideia é amadurecida; e um software gráfico, ou planilha eletrônica qualquer que gera tabelas e gráficos, pode transformar o modo como um determinado assunto, ou como um tópico específico, no contexto da Matemática, por exemplo é desenvolvido.

Verificou-se nos relatos dos alunos da pesquisa, ou seja, 93,75% deles afirmam que o computador desempenha um papel além de um plano secundário, sendo de fundamental importância no desenvolvimento do processo de Modelagem, como é possível observarmos abaixo em alguns comentários.

Aluno B: Além de ele facilitar na hora de fazer os cálculos também facilita escrever textos que a gente pesquisa

Aluno C: É importante porque sem ele não teríamos feito quase nada.

Aluno D: Tá sendo importante principalmente pra pesquisar, escrever e fazer apresentações

Aluno E: O computador é importante porque sem ele não dava pra guardar o que pesquisamos

Aluno G: Foi o ponto principal do trabalho, porque fizemos quase tudo utilizando o computador com a internet.

Aluno H: O computador ajuda na pesquisa, em alguns cálculos só não sei se agente vai precisar, além de guarda tudo o que precisamos do material pesquisado.

Aluno I: O computador facilita, principalmente quando tem internet;

Aluno M: Por enquanto ele foi importante na pesquisa porque podemos usar a internet

Aluno N: O computador facilitou todo o trabalho desenvolvido.

Aluno P: Com o computador ficou fácil fazer as tabelas e os gráficos, fazer as apresentações e muitas outras coisas.

Em um trabalho desenvolvido por Della Nina (2005, p. 113) também com alunos do ensino médio é afirmado que:

Os alunos vêem o computador como um facilitador, como uma ferramenta importante, como um ajudante. Sem ele, os trabalhos não teriam ficado tão bons, *“antes, só realizávamos pesquisas nos livros”*. Porém, alguns acreditam que, mesmo sem computador, os trabalhos poderiam ter sido feitos a mão e utilizando outras fontes de pesquisa. Eles têm uma certa razão, contudo, depende muito do tipo de tema escolhido. Conforme o assunto, só é possível o trabalho graças ao acesso à Internet, pois na biblioteca da escola não encontraríamos materiais.

As ideias dos alunos citados pela autora acima apresentam pontos semelhante com os alunos de nossa pesquisa, pois também acreditam ser o computador uma ferramenta importante no processo de Modelagem, principalmente no desenvolvimento da pesquisa que realizaram na fase de interação com o tema, deixando a entender que o uso do computador é um dos pontos fundamentais como podemos observar no relato do **Aluno G:** *Foi o ponto principal do trabalho, porque fizemos quase tudo utilizando o computador com a internet.*

Como pode-se observar que os alunos de uma forma geral percebem a importância do uso do computador como um ponto positivo, pois dos 16 alunos da pesquisa, 15 ou 93,75% apresentam uma avaliação positiva do uso do computador como facilitador da pesquisa

Continuando nossas análises, perguntamos aos alunos da pesquisa: *Você acha que está surgindo algum conceito ou conhecimento matemático no projeto/trabalho/pesquisa que está desenvolvendo?* A partir da pergunta cinco destacamos como categoria:

- **Percepção dos alunos sobre os possíveis conhecimentos matemáticos que surgem por meio do processo de Modelagem**

De uma forma geral apesar de 75% dos alunos da pesquisa afirmar que percebem o surgimento de algum tipo de conhecimento matemático, advindos do processo de Modelagem, com exceção do **Aluno P**¹¹ que cita a porcentagem, que a partir das suas respostas não ficam claras essas afirmações.

A partir de alguns relatos dos alunos percebeu-se:

Aluno F: Acho que sim, porque no assunto aparecem tabelas com números

Aluno I: Sim, porque o nosso tema cesta básica trabalha diretamente com dinheiro e tendo dinheiro tem Matemática

Aluno L: Sim, porque no nosso trabalho fizemos pesquisa de preços e daí da pra estudar Matemática

Nos comentários dos **Alunos F, I e L** apesar de afirmarem que percebem o surgimento do conhecimento matemático, não explicitam qual, ficando as suas respostas evasivas. Entendemos que para uma primeira experiência com Modelagem Matemática é natural tais dificuldades dos alunos com relação à percepção do conhecimento matemático, como já colocado neste trabalho o aluno não tem o hábito de desenvolver trabalhos investigativos na disciplina Matemática.

Entretanto, acredita-se não ser este fato o mais importante, pois apesar das dificuldades os alunos se mostraram instigados a buscar o conhecimento necessário por meio do uso do computador, onde o trabalho conjunto entre os sujeitos e entre os sujeitos e o professor possibilitou o desenvolvimento do processo na fase de interação.

5.5.3 Segunda Fase do Processo de Modelagem: Matematização

Familiarizado com o tema, e o material todo arquivado no portfólio, mediamos a discussão no grupo sobre a pesquisa até aquele momento, observando a que conclusões chegaram, se surgiu alguma coisa relacionada à Matemática ou se levantaram alguma questão sobre o tema.

¹¹ O Aluno P pertence ao grupo que desenvolveu o tema Transporte coletivo e dentro deste tema surgiu a necessidade de trabalhar a porcentagem.

Individualmente apresentavam algumas dificuldades para propor uma questão, porém em grupo e de forma colaborativa foi possível instigar no grupo algumas ideias. Surgindo assim, uma questão:

Como estimar o valor a pagar, mensalmente, pelo consumo de energia elétrica em uma residência?

Depois de problematizar o tema em questão os alunos recorreram a materiais que coletaram por meio da pesquisa na internet, entre eles os alunos encontraram informações importantes sobre o consumo de energia elétrica, além de dois simuladores de consumos nos sites da Companhia de Energética de Minas Gerais (CEMIG)¹² e FURNAS Centrais Elétricas S.A.¹³ ver figura 6 e 7.

Simulador de Consumo							
Equipamento	Quantidade	Potência	Dias de Uso	Tempo de Uso		Total	
Ar Condicionado	<input type="text" value="0"/>	1400 W	Dias/mês <input type="text" value="30"/>	Hr. <input type="text" value="0"/>	Min. <input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	
Aspirador de Pó	<input type="text" value="0"/>	600 W	Dias/mês <input type="text" value="30"/>	Hr. <input type="text" value="0"/>	Min. <input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	
Batedeira	<input type="text" value="0"/>	180 W	Dias/mês <input type="text" value="30"/>	Hr. <input type="text" value="0"/>	Min. <input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	
Cafeteira	<input type="text" value="0"/>	1000 W	Dias/mês <input type="text" value="30"/>	Hr. <input type="text" value="0"/>	Min. <input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	
Carregador de Celular	<input type="text" value="0"/>	15 W	Dias/mês <input type="text" value="30"/>	Hr. <input type="text" value="0"/>	Min. <input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	
Chuveiro	<input type="text" value="0"/>	4400 W	Dias/mês <input type="text" value="30"/>	Hr. <input type="text" value="0"/>	Min. <input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	
Computador	<input type="text" value="0"/>	200 W	Dias/mês <input type="text" value="30"/>	Hr. <input type="text" value="0"/>	Min. <input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	
Cortador de Grama	<input type="text" value="0"/>	600 W	Dias/mês <input type="text" value="30"/>	Hr. <input type="text" value="0"/>	Min. <input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	
Depilador	<input type="text" value="0"/>	150 W	Dias/mês <input type="text" value="30"/>	Hr. <input type="text" value="0"/>	Min. <input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	
Ebulidor	<input type="text" value="0"/>	1100 W	Dias/mês <input type="text" value="30"/>	Hr. <input type="text" value="0"/>	Min. <input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	
Enceradeira	<input type="text" value="0"/>	250 W	Dias/mês <input type="text" value="30"/>	Hr. <input type="text" value="0"/>	Min. <input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	
Fax	<input type="text" value="0"/>	10 W	Dias/mês <input type="text" value="30"/>	Hr. <input type="text" value="0"/>	Min. <input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	
Ferro de Passar	<input type="text" value="0"/>	1000 W	Dias/mês <input type="text" value="30"/>	Hr. <input type="text" value="0"/>	Min. <input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	
Televisão	<input type="text" value="0"/>	150 W	Dias/mês <input type="text" value="30"/>	Hr. <input type="text" value="0"/>	Min. <input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	
Torneira Elétrica	<input type="text" value="0"/>	4400 W	Dias/mês <input type="text" value="30"/>	Hr. <input type="text" value="0"/>	Min. <input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	
Ventilador	<input type="text" value="0"/>	80 W	Dias/mês <input type="text" value="30"/>	Hr. <input type="text" value="0"/>	Min. <input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	
Video Cassete	<input type="text" value="0"/>	30 W	Dias/mês <input type="text" value="30"/>	Hr. <input type="text" value="0"/>	Min. <input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	
Video Game	<input type="text" value="0"/>	20 W	Dias/mês <input type="text" value="30"/>	Hr. <input type="text" value="0"/>	Min. <input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	
Outros	<input type="text" value="0"/>	0 W	Dias/mês <input type="text" value="30"/>	Hr. <input type="text" value="0"/>	Min. <input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	

Consumo: kWh/mês

Figura 6: Imagem do simulador de consumo de Energia elétrica - CEMIG
 Fonte: [Http://www.cemig.com.br/energiainteligente/novo_site/01/simulador1.html](http://www.cemig.com.br/energiainteligente/novo_site/01/simulador1.html)

¹²Link para informação: http://www.cemig.com.br/mapa/index_mapa.asp

¹³Link para informação: http://www.furnas.com.br/simulador_consumo.asp

O simulador da **figura 6** deixa claro algumas das variáveis que estão presentes no processo de cálculo da energia elétrica consumida, estando o modelo matemático implícito.

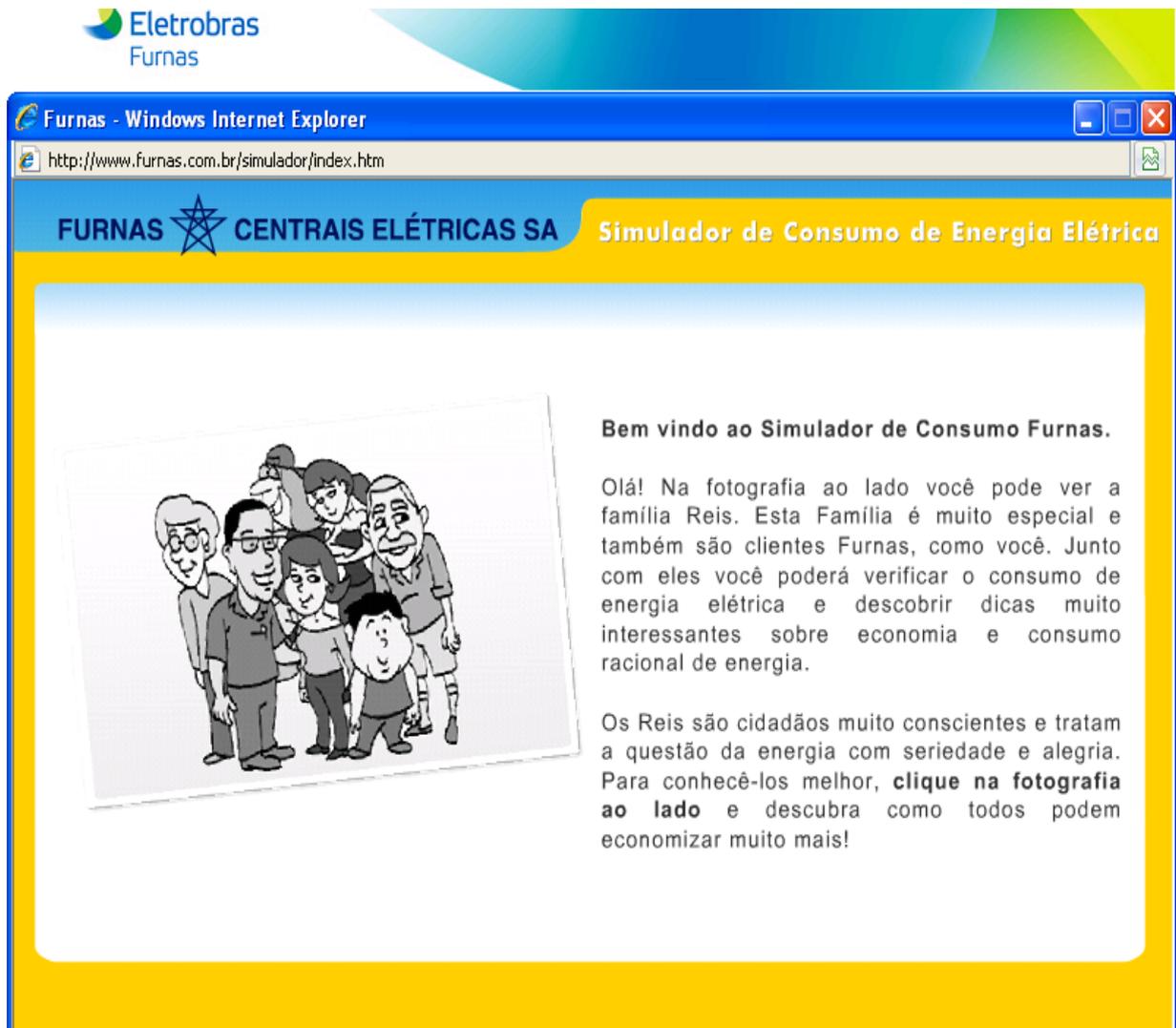


FIGURA 7: Imagem do simulador de consumo de Energia elétrica – FURNAS

Fonte: http://www.furnas.com.br/simulador_consumo.asp

O simulador da **Figura 7** faz algumas ponderações antes de possibilitar alguma simulação como forma de conscientizar o cidadão e todos os familiares.

Com base nos dois simuladores, surgiu a ideia para que os alunos pudessem tentar responder a questão. A partir daí, então concordaram em desenvolver um simulador de preço e consumo de energia elétrica utilizando a planilha eletrônica.

Dessa forma, solicitou-se aos alunos buscarem de preferência dados reais, então, os alunos ficaram com a tarefa de retornar à aula seguinte trazendo alguns boletos de pagamentos da energia elétrica de suas residências.

Com os vários boletos de pagamentos de energia elétrica em mãos, alunos tabularam e organizaram os dados em uma planilha eletrônica conforme **Tabela 7** e a arquivaram na pasta Portfólio – Matematização – Análise, Formulação e Resolução de Problemas, pois assim poderiam analisar caso precisassem posteriormente.

	A	B
1	ENERGIA ELETRICA	
2	CONSUMO (kwh) X_i	PREÇO(R\$) Y_i
3	23	11,34
4	27	11,84
5	28	12,28
6	33	14,48
7	35	14,96
8	39	17,11
9	41	17,99
10	47	20,62
11	56	24,57
12	59	25,88
13	63	27,64
14	67	29,39
15	68	29,83
16	74	34,25
17	89	39,04
18	108	47,38
19	120	52,64
20	127	58,27

Tabela 7: Tabulação e rol dos dados coletados pelos alunos

Fonte: Portfólio: pesquisa de campo

Buscou-se orientar as ações do grupo e ao mesmo tempo interagir com as suas ideias, reunimos com os alunos do grupo e discutir o que poderia ser feito com esses dados.

Sendo assim, orientou-se o grupo a buscarem o gráfico de dispersão (Consumo x Preço), a partir dos recursos presentes na própria Planilha Eletrônica, onde se encontrava a **Tabela 7**. Dessa forma, num trabalho colaborativo entre professor e alunos do grupo foi possível realizarem os seguintes procedimentos.

Selecionar o intervalo de dados da **Tabela 7** que vai da célula A3¹⁴ à B20 e estão representadas respectivamente pelos valores 23 e 58, 27, e em seguida

¹⁴ Na planilha eletrônica cada célula é representada por (coluna, Linha), portanto a célula A3 indica (coluna A, linha3).

aplicar a seguinte sequência a partir do Menu: Inserir - Gráficos – Dispersão como mostrado na **Figura 8**.



Figura 8: Recursos utilizados para criar o gráfico de Dispersão.
Fonte: Planilha Eletrônica - Excel

Depois de utilizado os recursos presentes na planilha eletrônica conforme **figura 8** para o tratamento dos dados presentes na **Tabela 7**, os alunos desenvolveram o gráfico de dispersão ver **Gráfico1**.

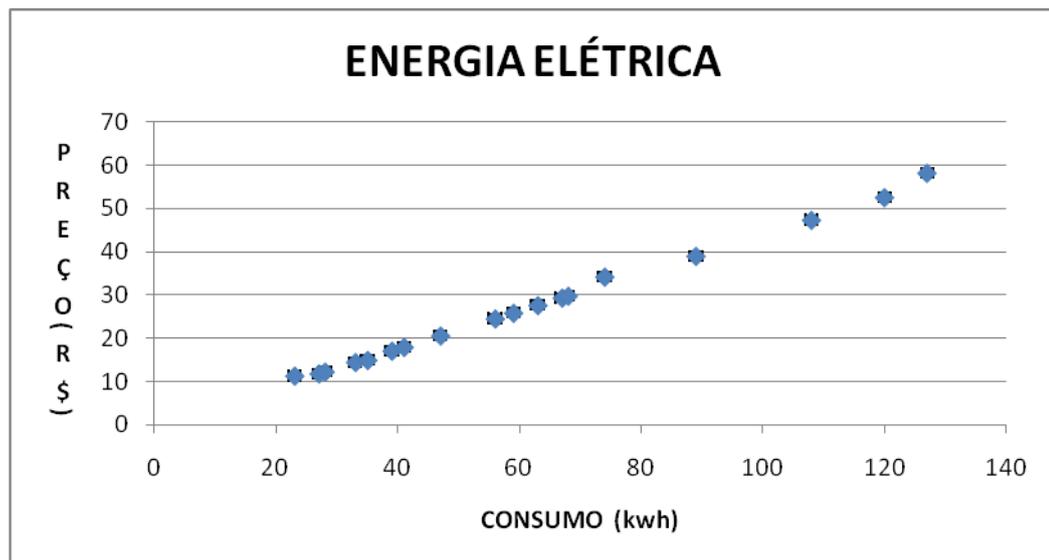


Gráfico 1: Consumo de energia elétrica X Preço a pagar
Fonte: Portfólio – pesquisa de campo

Depois que os alunos encontraram o gráfico de dispersão sugeriu-se que buscassem a linha de tendência que melhor se ajustava aos pontos contidos na **Tabela 7**. Utilizando os recursos da planilha eletrônica como mostra a **Figura 9**, assim os alunos efetuaram os seguintes procedimentos: Layout – Linha de Tendência – mais opções de linha de tendência,;

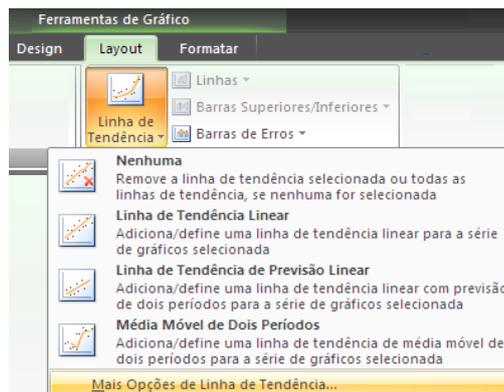


Figura 9: Imagem do Recurso utilizado para criar Linha de Tendência

Fonte: Planilha Eletrônica - Excel

Na realização dos procedimentos da **Figura 9** foi acionado o botão mais opção de linha de tendência e abriu-se a janela formatar linha de tendência conforme **Figura 10**.

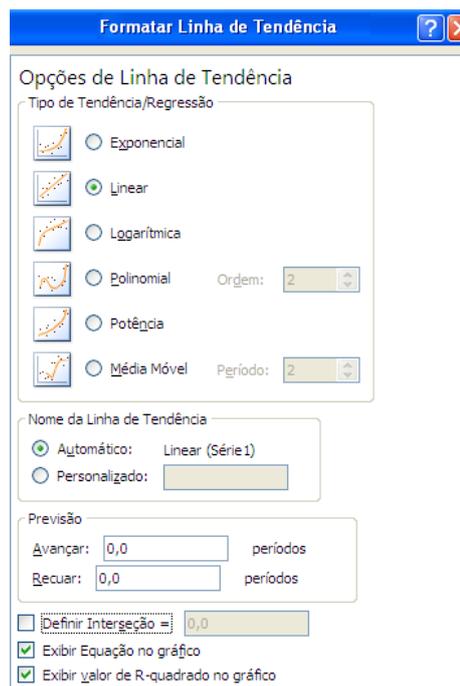


Figura 10: Imagem do Recurso utilizado para formatar linha de Tendência

Fonte: Planilha Eletrônica - Excel

Escolheu-se o ajuste Linear e selecionando as opções Exibir Equação e valor de R quadrado ou coeficiente de correlação de Pearson como mostra a **Figura 10**. Dessa forma a partir dos recursos utilizados os alunos encontraram a linha de tendência com a equação e o coeficiente de Pearson correspondente como podemos observar no **Gráfico 2**.

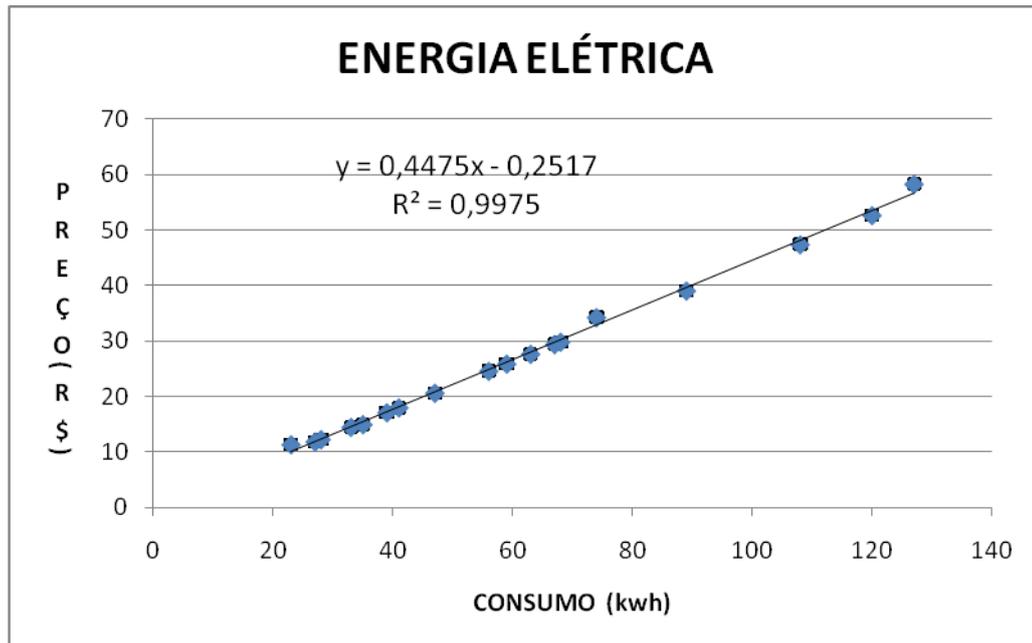


Gráfico 2: Linha de tendência do consumo de energia elétrica X Preço a pagar
Fonte: Portfólio – pesquisa de campo

A função e o Coeficiente de Correlação de Pearson encontrado foram respectivamente $y = 0,4475x - 0,2517$ e $R^2 = 0,9975$.

Segundo Bassanezi (2006, p. 59)

O intervalo de verificação de R é entre -1 e $+1$, isto é, $-1 \leq R \leq 1$. A correlação será tanto mais forte, quanto mais próximo R estiver de ± 1 , será tanto mais fraca quanto mais próxima estiver de zero. Se $R = \pm 1$, então a correlação entre as variáveis é perfeita. Se $R = 0$, então não existe nenhuma correlação.

O ajuste é apenas uma aproximação, não significando que o modelo encontrado $y = 0,4475x - 0,2517$ é o modelo desejado. Porém neste caso o coeficiente de correlação de Pearson $R^2 = 0,9975$ nos informa que esse modelo representa uma boa aproximação para os dados coletados.

Como a opção foi pelo ajuste linear, isso possibilitou um breve tratamento do tópico Função do 1º grau que era um dos objetivos da pesquisa. Portanto o valor $0,4475$ representava na função $y = 0,4475x - 0,2517$, o coeficiente angular da reta.

Partindo da idéia que a função foi representada por uma reta, partiu-se em busca do seu coeficiente angular por meio da tabela de dados. O coeficiente angular

de uma reta pode ser obtido pela razão $\frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$ de dois pontos distintos $A(x_A, y_A)$

e $B(x_B, y_B)$ pertencentes à reta (retas não-paralelas ao eixo y) Para o cálculo buscou-se no portfólio na pasta Matematização partimos dos dados tabulados pelos alunos na **Tabela 7** onde convencionamos que, o Consumo (C) em kWh seria representado pela variável x e o Preço a pagar $P(C)$ em reais seria representado pela variável y .

Assim determinamos as variações de x , $\Delta x = x_B - x_A$ e de “ y ”,

$\Delta y = y_B - y_A$ e calculamos as razões $\frac{\Delta y}{\Delta x}$. Tomamos como coeficiente angular a

média aritmética dessas razões $\frac{\Delta y}{\Delta x}$, como podemos observar na **tabela 8**.

	A	B	C	D	E	F	G
1	TABELA DOS DAODS DOS BOLETOS DE ENERGIA ELÉTRICA NO PARÁ					=A4-A3	
2	CONSUMO (kwh) X_i	PREÇO(R\$) Y_i	Δx	Δy	$\frac{\Delta y}{\Delta x}$	=B4-B3	
3	23	11,34	4	0,5	0,12500		
4	27	11,84	1	0,44	0,44000	=D3/C3	
5	28	12,28	5	2,2	0,44000		
6	33	14,48	2	0,48	0,24000		
7	35	14,96	4	2,15	0,53750		
8	39	17,11	2	0,88	0,44000		
9	41	17,99	6	2,63	0,43833		
10	47	20,62	9	3,95	0,43889		
11	56	24,57	3	1,31	0,43667		
12	59	25,88	4	1,76	0,44000		
13	63	27,64	4	1,75	0,43750		
14	67	29,39	1	0,44	0,44000		
15	68	29,83	6	4,42	0,73667		
16	74	34,25	15	4,79	0,31933		
17	89	39,04	19	8,34	0,43895		
18	108	47,38	12	5,26	0,43833		
19	120	52,64	7	5,63	0,80429		
20	127	58,27					
21	COEFICIENTE ANGULAR				0,44656	=MÉDIA(E3:E19)	

Tabela 8: Cálculo do Coeficiente Angular

Fonte: Portfólio da Pesquisa de campo

Os valores obtidos para o coeficiente angular, pelos dois métodos diferentes, apresentaram valores próximos. No gráfico de dispersão com ajuste linear encontramos o valor 0,4475, enquanto que por meio da tabela de dados obtivemos 0,44656.

Surgiu então a seguinte dúvida: *qual o coeficiente angular que deveríamos adotar?* Abriu-se para debate e um dos alunos do grupo, perguntou-me:

ALUNO C: *Professor! Podemos utilizar como coeficiente angular a média aritmética dos valores 0,4475 e 0,44656?*

Professor: *Explique-me o Porquê dessa ideia?*

ALUNO C: *Por que seria o mesmo procedimento utilizado na Tabela 8 quando tomamos como coeficiente angular a média aritmética de todas as razões.*

Professor: *Bem observado você tem razão.*

Entende-se que se tratava de uma opção bastante razoável, por serem valores aproximados, assim sendo, efetuaram o cálculo da média dos dois valores (coeficientes angulares) e chegaram ao valor **0,44703**. Concluído esta etapa, chegaram ao modelo aproximado do problema que determina o preço $P(c)$ em função do consumo (C) de energia elétrica.

$$y = 0,44703x - 0,2517$$

Solicitamos que procedessem, o arredondamos do coeficiente angular, para quatro casas decimais e substituíssem as variáveis **x** e **y** por **C** e **P(C)** respectivamente, conforme a convenção adotada ficando com a expressão:

$$P(c) = 0,447 \cdot C - 0,2517$$

Com base na expressão simulamos a seguinte situação conforme **Tabela 9** abaixo:

	A	B	C	D	E	F
1	Consumo(kwh)	$P(C)=0,447 \times C - 0,2571$	Preço(R\$)	$=0,447 * A2 - 0,2571$		
2	10	$P(10)=0,447 \times 10 - 0,2571$	R\$ 4,21			
3	16	$P(16)=0,447 \times 16 - 0,2571$	R\$ 6,89			
4	35	$P(35)=0,447 \times 35 - 0,2571$	R\$ 15,39			
5	47	$P(47)=0,447 \times 47 - 0,2571$	R\$ 20,75			

Tabela 9: Cálculo do Preço a pagar dado o Consumo
Fonte: Pesquisa de campo

Com base na **Tabela 9**, os alunos perceberam que a função do Primeiro grau $P(c) = 0,447 \cdot C - 0,2517$ é crescente, porque conforme o crescimento da variável consumo, a grandeza preço também crescia.

Esclareceu-se aos alunos que, nem sempre o crescimento de uma função se dava única e exclusivamente por determinação do crescimento da variável, isso

pode ser verificado perfeitamente no caso de uma função decrescente, que mesmo aumentando-se os valores da variável, o valor da função decrescerá.

Na **Tabela 10** os alunos puderam observar com mais clareza que mesmo aumentando-se os valores da variável consumo, houve uma diminuição do preço a pagar.

	A	B	C	D	E	F
1	Consumo(kwh)	$P(C) = -0,447 \times C - 0,2571$	Preço(R\$)	$= -0,447 * A2 - 0,2571$		
2	10	$P(10) = -0,447 \times 10 - 0,2571$	-R\$ 4,73			
3	16	$P(16) = -0,447 \times 16 - 0,2571$	-R\$ 7,41			
4	35	$P(35) = -0,447 \times 35 - 0,2571$	-R\$ 15,90			
5	47	$P(47) = -0,447 \times 47 - 0,2571$	-R\$ 21,27			

Tabela 10: cálculo do preço a pagar dado o consumo
Fonte: pesquisa de campo

Buscou-se ainda, esclarecer ao aluno, simulou-se de forma muito dinâmica uma situação utilizando o Software Winplot **Gráfico 3**, onde puderam verificar o comportamento simultâneo de dois gráficos de funções do Primeiro Grau, em único eixo de coordenadas cartesianas

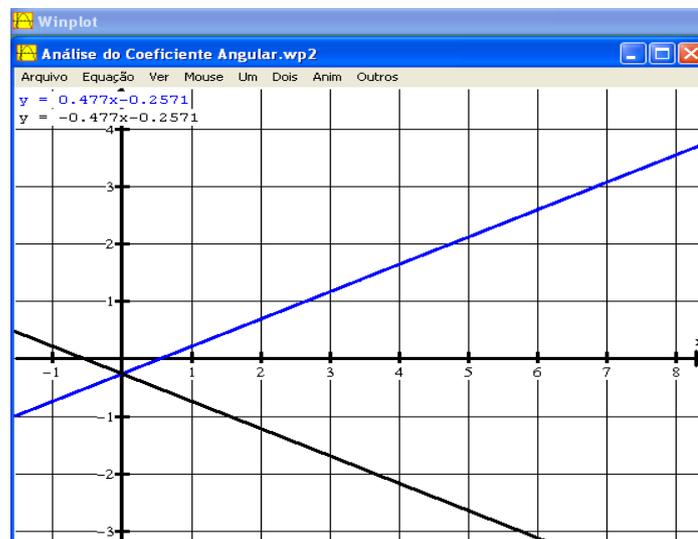


Gráfico 3: Simulação gráfica simultânea da função do primeiro grau no software Winplot
Fonte: Pesquisa de campo

Os alunos verificaram que na mudança do sinal do coeficiente angular, os gráficos se comportaram de maneira totalmente diferente. A simulação desenvolvida por meio do software Winplot como mostrado no **Gráfico 3**, possibilitou aos alunos perceberem a importância do coeficiente angular no comportamento do gráfico da

função do Primeiro grau, onde foi possível verificar também que há uma relação direta entre a expressão algébrica e a declividade da reta.

A partir do esboço do gráfico da função do Primeiro grau $P(c) = 0,447 \cdot C - 0,2517$, explicou-se aos alunos que a expressão se tratava de uma função do 1º grau do tipo **Afim** e que seu gráfico nunca passa na origem do sistema de eixo cartesiano como mostra a simulação no **Gráfico 3**.

Portanto, a percepção a partir da construção coletiva e colaborativa é que, a utilização do computador (Software Winplot, Recursos da planilha eletrônica) no processo de Modelagem com o uso do portfólio, contribuiu para o desenvolvimento da atividade e assimilação de algumas habilidades e conhecimentos matemáticos, como: Tabulação e rol de dados, cálculo da média aritmética, construção e análise de gráficos e a compreensão, de alguns conceitos do estudo de função do primeiro grau como o de função crescente e decrescente, e coeficiente angular.

Sendo assim o conhecimento matemático desenvolvido na pesquisa pelos alunos, foi apresentado a partir do seu próprio contexto e fortemente relacionado a uma dada realidade.

Depois de procedido o tratamento do problema no contexto da Matemática, surgiu do grupo que tratava o tema a seguinte pergunta: *Como determinamos o valor do consumo C (kWh)?*

Com o uso do portfólio foi possível que se estabelecesse uma relação de trocas entre as informações contidas nele, o processo de Modelagem e os alunos, pois ao mesmo tempo em que os alunos, por meio da pesquisa foram desenvolvendo o processo de Modelagem, o portfólio também foi se constituindo e se tornando mais rico a cada informação nova. Porém, essa mesma riqueza de informações presente no portfólio foi de fundamental importância para o processo de Modelagem, se tornando pertinente ao mesmo.

Essa ideia pode ser observada, a partir da busca de uma resposta para o questionamento feito anteriormente pelo grupo, pois a informação sobre o modelo que calcular o consumo de energia elétrica foi arquivado na pasta portfólio - Matematização, sem muitas pretensões, até porque não sabiam se precisariam de fato, no entanto, a necessidade em utilizá-lo no desenvolvimento do simulador o tornou pertinente para o processo de Modelagem da situação, ou seja, os alunos precisavam deste conhecimento para alcançar a meta estabelecida.

Além do modelo matemático do consumo, os alunos encontraram também, por meio da pesquisa a **Tabela 11** que descrevia a potência de vários aparelhos eletro eletrônicos.

$$\text{Consumo}(kwh) = \frac{\text{Potência}(watts) \times \text{Horas}/\text{dia} \times \text{Dias}/\text{mês}}{1000}$$

TABELA DE APARELHOS ELETRÔNICOS X POTÊNCIA (continua)	
APARELHOS	POTÊNCIA (watts)
Ar Condicionado	1400
Batedeira	600
Cafeteira	1000
Carregador de celular	15
Computador	200
DVD	20
Ferro de Passar	1000
Freezer	170
Geladeira	190
Lâmpada incandescente	200
Lâmpada incandescente	150
Lâmpada incandescente	100
Lâmpada incandescente	60
Lâmpada Fluorescente	40
Lâmpada Fluorescente	20
Lavadora de Roupa	1000
Liquidificador	300
Máquina de Costura	100
Micro System	15
Rádio	5
Relógio	
(conclusão)	
APARELHOS	POTÊNCIA (watts)
Tanquinho	270
Sanduicheira	750
Televisão	150
Ventilador	80
Vídeo Game	20

Tabela 11: Lista de aparelhos eletrônicos e sua respectiva Potência

Fonte: Portfólio pesquisa de campo

Com a **Tabela 11** contendo a potência de alguns aparelhos eletro eletrônicos, orientou-se com base em suas residências a construção uma tabela padrão dos principais aparelhos que possuíam para que pudessem a partir desta desenvolver o simulador com base nas suas realidades.

Nº ITENS	DESCRIÇÃO	HORAS DIÁRIA	Nº DE DIAS
1	GELADEIRA	18	30
1	FREEZER	16	30
5	LÂMP. FLUORESCENTE	12	30
6	LÂMP. INCANDESCENTE	8	30
1	MÁQ. DE LAVAR ROUPA	6	8
3	TELEVISÕES	16	30
4	VENTILADORES	12	30
1	MICROONDAS	0,3	15
1	APARELHO DE DVD	4	15
1	VÍDEO GAME	4	20
1	MICRO SYSTEM	6	18
3	CARREGADORES DE CELULAR	1,5	10
1	FERRO DE PAASAR ROUPA	4	4
1	LIQUIDIFICADOR	0,2	5

Tabela 12: Lista de aparelhos eletrônicos das residências dos alunos
 Fonte: Portfólio - Pesquisa de Campo

A partir das informações coletadas pelos próprios alunos em suas residências, desenvolveram um simulador que determina o consumo de energia elétrica e preço a pagar em função desse consumo.

Os procedimentos adotados pelos alunos, como base para o desenvolvimento do simulador levou em consideração os dados contidos na **Tabela 12**, e a partir dela criaram apenas mais três colunas representando a Potência dos aparelhos, o Consumo de energia elétrica (kwh) e o Preço a pagar (R\$).

No cálculo que determina o consumo de energia elétrica acrescentou-se ainda, o número de itens, ficando o consumo representado na planilha como o produto (multiplicação) ente a potência, horas por dia, número de dias e número de itens dividido por mil.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	SIMULANDO A DESPESA COM ENERGIA ELÉTRICA										
2	Nº ITENS	DESCRIÇÃO	HORAS DIÁRIA	Nº DE DIAS	POTÊNCIA	CONSUMO (kWh)	PREÇO (R\$)				
3	1	GELADEIRA	19	30	190	108,300	48,158400				
4	1	FREEZER	15	30	170	76,500	33,943800				
5	4	LÂMP. FLUORESCENTE	10	30	40	48,000	21,204300				
6	4	LÂMP. INCANDESCENTE	6	30	60	43,200	19,058700				
7	1	MÁQ. DE LAVAR ROUPA	4	8	100	3,200	1,178700				
8	2	TELEVISÕES	8	30	150	72,000	31,932300				
9	3	VENTILADORES	6	30	80	43,200	19,058700				
10	1	RÁDIO RELÓGIO	9	24	5	1,080	0,231060				
11	1	DVD	4	10	20	0,800	0,105900				
12	1	VÍDEO GAME	2,5	15	20	0,750	0,083550				
13	1	MICRO SYSTEM	4	15	15	0,900	0,150600				
14	2	CARREGADORES DE CELULAR	2	10	15	0,600	0,018500				
15	1	FERRO DE PASSAR ROUPA	4	4	1000	16,000	6,900300				
16	1	LIQUIDIFICADOR	0,2	12	300	0,720	0,070140				
17				CONSUMO		415,25	182,09				

Tabela 13: Estrutura do simulador de energia elétrica.

Fonte: Pesquisa de campo

Depois de finalizado o simulador por meio da planilha eletrônica, os alunos arquivaram na pasta Modelo. O simulador possibilita efetuar um cálculo apenas aproximado do Consumo e do Preço a pagar, já que o consumo depende do tempo diário de cada aparelho e outras variáveis (instalação elétrica em boas condições, manutenção em aparelhos, etc.) e para determinar esse tempo de uso é quase impossível apenas por meio da observação.

Porém é interessante destacar que por meio do processo de Modelagem até então desenvolvido pelos alunos, permitiu perceber a essência do cálculo que é realizado pela companhia de abastecimento de energia elétrica no Pará.

5.5.4 Terceira Fase do Processo de Modelagem: Modelo Matemático

O simulador finalizado, não conclui o processo de Modelagem, muito menos o portfólio, pois precisou saber ainda, se ele - o simulador - nos fornece como representante do modelo matemático da situação um resultado satisfatório, lembrando que sem querer depreciar a importância do modelo matemático para situação abordada a nossa concepção de Modelagem está centrada no processo.

Porém, como saber se o simulador é válido?

	A	B	C	D	E	F	G
1	SIMULANDO A DESPESA COM ENERGIA ELÉTRICA						
2	Nº ITENS	DESCRIÇÃO	HORAS DIÁRIA	Nº DE DIAS	POTÊNCIA	CONSUMO (WATTS)	PREÇO
3	1	GELADEIRA	12	30	190	68,4	30,57
4	1	FREEZER	12	30	170	61,2	27,36
5	4	LÂMP. FLUORESCENTE	10	30	40	48	21,46
6	4	LÂMP. INCANDESCENTE	6	30	60	43,2	19,31
7	1	MÁQ. DE LAVAR ROUPA	4	8	100	3,2	1,43
8	2	TELEVISÕES	8	30	150	72	32,18
9	3	VENTILADORES	6	30	80	43,2	19,31
10	1	RÁDIO RELÓGIO	0,3	15	5	0,0225	0,01
11	1	DVD	4	10	20	0,8	0,36
12	1	VÍDEO GAME	2,5	10	20	0,5	0,22
13	1	MICRO SYSTEM	4	15	15	0,9	0,40
14	2	CARREGADORES DE CELULAR	1,5	8	15	0,36	0,16
15	1	FERRO DE PASSAR ROUPA	4	4	1000	16	7,15
16	1	LIQUIDIFICADOR	0,2	5	300	0,3	0,13
17				CONSUMO		358,08	160,06

Tabela 14: Teste do simulador de Energia elétrica
Fonte: Pesquisa de campo

Para validá-lo simulou-se uma situação e comparou-se aos dados de um boleto de pagamento de energia elétrica conforme **Figura 11**.

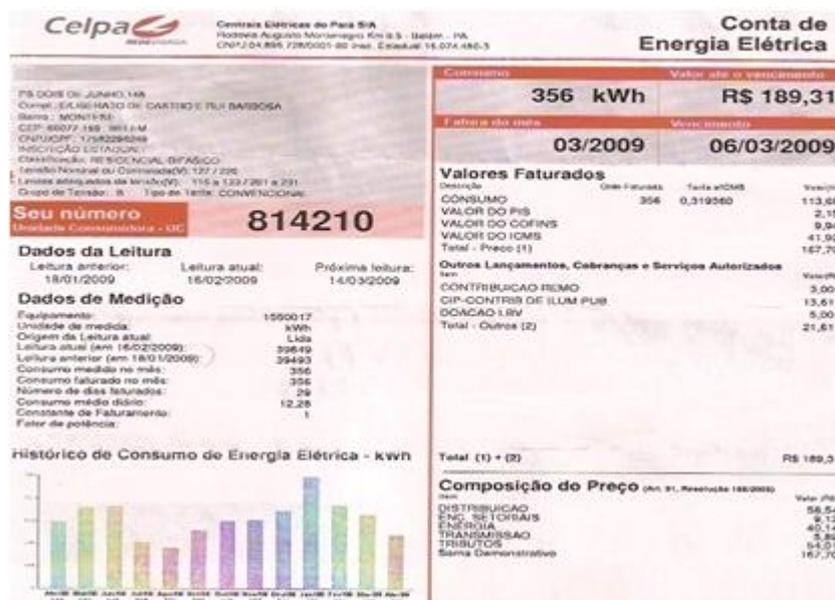


Figura 11: Imagem digitalizada do boleto de energia elétrica
Fonte: Pesquisa de campo

Comparando o valor encontrado no simulador com o valor do boleto, verificou-se uma diferença razoável, porém é preciso analisar que foi levado em consideração o valor do boleto com todas as suas taxas embutidas, gerando possivelmente a diferença constatada. Acredita-se que essa diferença, não inviabiliza de forma alguma o resultado, pois é de interesse observar a construção desenvolvida, e não apenas o modelo em si. Dentro dessa perspectiva tem-se a certeza, que o uso do computador no processo de Modelagem com uso do portfólio, trouxe para os alunos uma grande contribuição, pois puderam refletir e perceber a existência de elementos matemáticos no decorrer do referido modelo.

O grupo responsável pelo tema energia elétrica tinha a seguinte questão a responder:

Como prever o valor a pagar de um boleto de energia elétrica mensalmente numa casa?

A construção coletiva e colaborativa do simulador foi fundamental para que os alunos pudessem percorrer todas as etapas do processo de Modelagem Matemática, porém a inserção do computador e a estrutura do portfólio representaram de uma forma geral elementos importantes principalmente por possibilitarem de forma organizada o alcance do objetivo. Sendo assim entende-se que o simulador responde a questão colocada, por mostrar de que forma se pode construir uma estrutura para estimar o consumo e valor a pagar de um boleto de energia elétrica.

Tem-se a plena consciência que, apesar do simulador ser um produto de um estudo desenvolvido, é apenas uma aproximação de uma dada realidade.

Refletindo sobre o desenvolvimento do processo de Modelagem realizado, chegou-se a clareza que se tivessem tomado um caminho diferente, o modelo poderia ser melhorado. Na situação descrita os alunos utilizaram os preços a pagar com todas as taxas e contribuições que são cobradas nos boletos, embutidas no preço a pagar, esse detalhe foi de fundamental importância para que se estabelecesse a diferença significativa. Uma observação importante é que o curto espaço de tempo, apesar de potencializado pela inserção do uso do computador não possibilitou aos alunos retomarem ao processo de matematização para o aprimoramento do modelo, porém acredita-se que o trabalho dos alunos foi satisfatório.

Assim, o processo de Modelagem foi concluído dentro do esperado, apesar de o modelo apresentar uma diferença no resultado comparativo, ainda sim, mostrou que é possível estimar o valor a pagar, mensalmente, pelo consumo de energia elétrica em uma residência.

A conclusão do processo de Modelagem não finaliza o portfólio, sendo assim a partir do que foi estabelecido no decorrer das atividades, procurou-se interagir, com cada grupo por meio do **questionário 3**, buscando não só a reflexão do grupo que tratou o tema energia elétrica, pois, apesar de não descrever o processo de Modelagem dos outros temas, acredita-se que todos contribuíram para desenvolvimento da pesquisa,

5.6 Análises do Questionário III

Em busca de obter informações sobre as percepções dos alunos sobre o processo de Modelagem Matemática perguntou-se: Avalie o curso ministrado, descrevendo pontos positivos e negativos da proposta. A partir da pergunta seis destacou-se nas respostas de alguns alunos pesquisados os pontos positivos e negativos:

a) Pontos Positivos

De uma forma geral percebeu-se nos comentários dos alunos, que estudar Matemática por meio da Modelagem é uma estratégia de ensino diferente daquela que estão acostumados, sendo uma novidade para alguns dos alunos pesquisados isso acontecer na disciplina Matemática como pode-se verificar abaixo:

Aluno A: Foi algo novo e diferente do que estou acostumado na escola.

Aluno B: Achei muito legal essa forma de aprender Matemática é diferente porque a gente não fica só escrevendo matéria e resolvendo exercícios o tempo todo.

Aluno C: fizemos uma coisa muito diferente e em Matemática

Aluno D: que estudamos Matemática de forma diferente sem tá fazendo um monte de exercício

Aluno F: achei interessante porque foi uma novidade pra mim estudar Matemática dessa forma diferente.

Aluno H:foi utilizar o computador para aprende Matemática

Aluno I:que foi divertido, utilizamos muito a internet

Aluno K:foi tudo novidade pra mim

Aluno L que vimos a Matemática de forma muito diferente

Destacou-se a partir dos comentários de alguns alunos da pesquisa, que o processo de Modelagem Matemática potencializado pelo uso do computador e do portfólio é diferente por não desenvolver atividades como listas de exercícios exageradas, por possibilitar o uso do computador e da internet no processo e por permitir uma maior participação e interação do aluno.

b) Pontos Negativos

Os pontos negativos e algumas percepções dos alunos sobre o processo desenvolvido.

Aluno A: o trabalho maior é para o aluno

Aluno B: é legal mais dá muito trabalho também

Aluno C: o pouco tempo do curso

Aluno I: deu muito trabalho para buscar as informações nos supermercados

Aluno N: Pouco tempo

Aluno O: Acho que o tempo para realizar as tarefas foi muito curto

Ao frisar alguns pontos negativos a partir das respostas dos alunos, notou-se, também, que há resistências da parte dos alunos, pois desenvolver o processo de Modelagem em sala de aula é mudar a atitude e rotina do aluno, já que nessa estratégia deixa de ser apenas um espectador, passando a partícipe de todo o processo. Assim sendo, os alunos não estão habituados a realizarem pesquisas escolares concebidas dentro dos cenários para investigação. (BARBOSA, 2004, p. 70), o que é perfeitamente compreensível, inicialmente, uma vez que, de modo geral, não estão acostumados, a este tipo de situação.

Segundo Miranda (2006, p. 69)

Eles os alunos são acostumados a entrar na sala, copiar a lição da lousa ou do livro e ir embora. Agora, com os computadores, as aulas ficaram mais dinâmicas, e isto faz com que eles se interessem mais. Se eles estão interessados o trabalho rende muito mais

Outro ponto destacado por três dos alunos pesquisados foi o pouco tempo para a realização de todas as atividades, porém apesar da resistência de alguns alunos e do pouco tempo, a inserção do uso do computador no processo de Modelagem Matemática com o uso do portfólio possibilitou desenvolvermos das

atividades de forma dinâmica e rápida, o que seria dentro do contexto da pesquisa de campo inviável, sem a utilização dessa ferramenta.

De uma forma geral entende-se que a proposta de Modelagem conduzida por meio da inserção do computador e com o uso do portfólio, foi bem aceita. O alunado principalmente no ensino médio mostra-se receptivo com relação às atividades desenvolvida no laboratório de informática, e isso é possível observar, a partir das respostas dos alunos à pergunta: *se você pudesse escolher um local para assistir suas aulas de Matemática, escolheria onde?*

Para as resposta considerou-se três situações:

Situação 1: () laboratório de informática com internet
 () laboratório de informática sem internet

Situação 2: () laboratório de. Informática com internet
 () na própria sala de aula

Situação 3: () laboratório de informática sem internet
 () na própria sala de aula

Com base nas três situações acima representamos as respostas dos alunos no **quadro 4** abaixo:

Condições de estudo desejada pelos alunos	ÍTEM 1	ÍTEM 2	ÍTEM 3
Laboratório com internet	100%		
Laboratório sem internet	0%		
Laboratório com internet		100%	
Sala de aula		0%	
Laboratório sem internet			100%
Sala de aula			0%

Quadro 4: Preferência dos alunos onde assistir as aulas
Fonte: questionário 3 – pesquisa de campo

É possível observar a partir do **quadro 4**, que **100%** dos alunos da pesquisa, preferem ter aulas no laboratório de informática com os computadores conectados à internet, porém mesmo que o laboratório não esteja conectado à internet, ainda assim preferem suas aulas nele, isso nos induz a pensar que a sala de aula

tradicional não possui nenhum tipo de atrativo para o aluno, ao contrário da sala de informática.

A ideia anterior é reforçada pelas respostas dos alunos quando questiona-se: Você acha que as atividades trabalhadas [processo de Modelagem] poderiam ser desenvolvidas da mesma forma em sala de aula e sem o computador?

Para melhor analisar as respostas dos alunos desenvolveu-se o **Quadro 5** abaixo, separados em dois grupos como pode-se verificar:

ALUNOS QUE ACHAM POSSÍVEL	ALUNOS QUE NÃO ACHAM POSSÍVEL
<p>Aluno A: acho que sim, mas seria muito difícil.</p> <p>Aluno B: Eu acho que sim, só que ia demora mais</p> <p>Aluno F: Sim, porque para usar o computador a gente tem que saber e se não sabe não adianta muito.</p> <p>Aluno J: Sim, se na escola tivesse uma biblioteca</p> <p>Aluno M: Acho que sim, mas levaria muito tempo</p> <p>Aluno N: Sim se a gente puder pesquisar fora da escola</p>	<p>Aluno C: Não porque sem o computador acho que seria impossível fazer todo o trabalho.</p> <p>Aluno D: Não porque teria que utilizar uma biblioteca e na escola não tem e aí não seria</p> <p>Aluno E: Acho que não é possível fazer a pesquisa de forma rápida</p> <p>Aluno G: Acho que seria impossível porque não teria como fazer as pesquisas</p> <p>Aluno H: Não daria porque o computador na internet facilitou na pesquisa</p> <p>Aluno I: Fazer o que fizemos sem o computador seria impossível, porque não daria tempo</p> <p>Aluno K: Acho que não porque ficaria difícil fazer todas as pesquisas</p> <p>Aluno L: Acho que não poderia porque usamos muito o computador</p> <p>Aluno O: Não, porque ficaria muito difícil fazer pesquisa,</p> <p>Aluno P: Não porque o computador facilita muito</p>
37,5%	62,5%

Quadro 5: Percepção dos alunos sobre utilizar ou não o computador na Modelagem

Fonte: Questionário III – Pesquisa de campo

Verificou-se com base no **quadro 5** que 62,5% dos alunos pesquisados não concebem o processo de Modelagem sem o uso do computador, enquanto que 37,5% apesar de afirmarem que é possível perceberem as dificuldades.

Comparando as respostas do **Aluno M** e do **Aluno I** verifica-se que o uso do computador é importante porque implica diretamente no fator tempo, pois ambos acreditam que sem o computador e o pouco tempo, o processo seria inviável. Portanto, a importância do computador na percepção dos alunos da pesquisa mostra que sua utilização é de fundamental importância no processo de Modelagem, por dinamizar todas as tarefas.

É bom esclarecer, que não está afirmando que sem o uso do computador é impossível desenvolver o processo de Modelagem Matemática, muito pelo contrário o computador potencializa todo o processo diminuindo o gasto de tempo.

O computador apresenta uma plasticidade que chama a atenção do aluno, e às vezes esse interesse em desenvolver atividades no laboratório de informática, não é considerado pelos professores de Matemática, e isso é possível observar nas respostas dos alunos da pesquisa às perguntas 1 e 2 do **questionário 3**:

1)O professor de Matemática da sua escola já utilizou alguma vez o laboratório de informática para desenvolver algum tópico da Matemática? Se sim que assunto ele queria ensinar?

2)Você já utilizou o laboratório da escola para realizar alguma pesquisa solicitada pelo professor da disciplina Matemática?

A partir das duas perguntas desenvolveu-se uma única categoria de análise devido a algumas semelhanças entre elas, e como forma de explicitar com mais clareza a percepção dos alunos:

- **Quanto ao uso do laboratório de informática**

Como já relatado nesta pesquisa é questionado o porquê da prática docente por parte dos professores de Matemática continuar dissociada do uso das novas tecnologias, como o computador.

Vários fatores influenciam para que isso ocorra como: a falta de formação tecnológica e continuada do professor de Matemática; a não utilização de uma estratégia de ensino que facilite o uso de computadores; a necessidade da escola se estruturar para desenvolver ações utilizando as novas tecnologias entre outras.

Verificou-se que 100% dos alunos pesquisados responderam que os professores de suas escolas nunca utilizaram o laboratório de informática para realizar qualquer atividade de pesquisa na disciplina Matemática.

A percepção dos alunos da pesquisa em relação ao uso do computador pelo menos em suas escolas nos mostra que não há uma preocupação do professor de Matemática em relacionar o conhecimento matemático com a utilização das novas tecnologias.

A literatura apresenta o computador como aliado do processo de educação Matemática, em especial, destaca-se a sua importância no processo de Modelagem Matemática nos trabalhos de: Borba e Penteado (2001), Borba, Malheiros e Zulatto (2007), Della Nina (2005), Biembengut e Hein (2007), Bassanezi (2006), entre outros.

Buscando a percepção dos alunos perguntou-se: Quais as contribuições que você observou relacionado ao uso do computador durante o curso?

A partir da pergunta cinco do **questionário III** os alunos se manifestaram percebendo que há contribuição do uso do computador no processo de Modelagem. Assim sendo, criamos a categoria a seguir:

Quanto à contribuição do uso do computador no processo de Modelagem

Além de destacar nesta pesquisa os trabalhos que contribuem de uma forma geral com a área da Educação Matemática, averigou-se que as respostas dos alunos apontam também algumas contribuições do uso do computador no processo de Modelagem Matemática desenvolvido por eles.

Aluno A: O trabalho com o computador fica mais prático e rápido .

Aluno B: Ele foi importante na hora de pesquisar nos ajudou a fazer as apresentações.

Aluno D: Que o computador torna tudo mais prático

Aluno F: O computador ajudou na construção de todo o nosso trabalho.

Aluno G: Facilitou a pesquisa, a construção dos gráficos, as tabelas e as apresentações

Aluno H: O computador contribui com a pesquisa quando facilitou a construção de gráficos e tabelas,

Aluno I: o computador foi a parte mais importante do trabalho, porque facilitou em quase tudo,

Aluno K: a contribuição foi mais na hora de pesquisar na internet, facilitou muito

Aluno M: Agente ganha mais tempo pra fazer o trabalho

Aluno N: O trabalho fica mais bonito feito no computador

Aluno O: Sem o computador acho que não daria pra fazer muita coisa.

Aluno P: Acho que principalmente no acesso a internet

As contribuições do uso computador no processo de Modelagem Matemática apontadas pelos alunos vão ao encontro do que afirma Silva e Espírito Santo (2010, p. 6), que:

Os trabalhos na perspectiva da Modelagem têm apresentado bons resultados, porém quando é desenvolvido com a inserção de tecnologias (computador, calculadora, internet), poderá favorecer a construção do conhecimento sob novas abordagens.

Os comentários dos alunos da pesquisa são simples e não muito descritivos, porém suas percepções deixam claro que de alguma forma o uso do computador trouxe bons resultados na atividade, nesse sentido, entendeu-se que realizar o processo de Modelagem numa perspectiva tecnológica pode favorecer novas abordagens como colocado na citação acima.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A discussão abordada nesta pesquisa tratou da utilização do computador no processo de Modelagem Matemática, em que o contexto analisado foi o ensino médio.

A Modelagem Matemática é uma das tendências da educação Matemática que abarca várias concepções dentro de sua proposta, e isso é corroborado por Barbosa (2004, p.1) quando afirma que a Modelagem “é um ‘grande guarda chuva’ onde cabe quase tudo”, dessa forma entendeu-se que, a Modelagem propicia religar vários conhecimentos possibilitando a interdisciplinaridade.

Portanto, é possível desenvolver o processo de Modelagem Matemática no ensino com a possibilidade do tratamento de temas variados, abordando e construindo a partir de conhecimentos distintos, como comprovado pela literatura. Dessa forma, falar sobre Modelagem Matemática no ensino é tratar da Matemática nas suas várias facetas do contexto educacional, em que os modeladores nesse contexto são alunos e professores, um complementando o outro de forma, colaborativa contribuindo para o coletivo..

Considera-se que não deva-se tratar de forma aleatória o processo de Modelagem Matemática, e sim com base em uma estrutura teórica em crescente desenvolvimento, e dentro dessa proposta a pesquisa em questão, abordou a inclusão de mais dois elementos o computador e o portfólio, que forma instrumentos potencializadores no processo de Modelagem Matemática.

O olhar que teceu-se com base na pesquisa realizada, tem como finalidade perceber a nível mais abrangente, a utilização do computador no processo de Modelagem com uso do portfólio, em que no entrelaçamento desses três elementos, verificou-se algumas possibilidades de facilitação e condução do processo Modelagem Matemática.

Vislumbrou-se a possibilidade do uso do computador em especial, da planilha eletrônica a partir disciplina Modelagem Matemática no mestrado que tratava de dados extraídos de Bassanezi (2006) e buscando na literatura, principalmente nos autores dessa área a base teórica para nos auxiliar, chegou-se a afirmação de Biembengut e Hein (2007, p. 26) que “fazer um relatório é a melhor forma de registrar as ideias”, essa colocação nos inspirou a buscar na estrutura do

portfólio uma base sólida para desenvolver as atividades, o processo de Modelagem e a inserção do computador.

O portfólio foi fundamental na coleta de informações que conduziram o desenvolvimento do processo de Modelagem, possibilitando um maior dinamismo para a utilização do computador. Esse dinamismo é percebido pelos alunos em todas as fases do processo de Modelagem, como podemos verificar:

Na fase de interação com o tema, foi possível aos alunos realizarem a pesquisa por meio do computador conectado à internet arquivando todas as informações relevantes no portfólio, sendo assim, ao mesmo tempo em que os alunos desenvolviam o processo de interação, o portfólio estava se constituindo em uma relação de trocas. Nesta etapa a contribuição do computador é percebida nos relatos dos alunos pesquisados.

Na fase de Matematização novamente o computador contribuiu possibilitando aos alunos por meio da utilização dos recursos da planilha eletrônica e Software winplot perceberem alguns conceitos do tópico função como coeficiente angular, e comportamento gráfico, facilitando inclusive buscar no gráfico de dispersão a aproximação do modelo desejado e utilizado na construção do simulador.

O modelo matemático utilizado pelo grupo que tratou do tema energia elétrica foi importante porque, sem ele o simulador não seria finalizado, porém ressalta-se que no âmbito educacional o nosso olhar em foco, é o processo de Modelagem em si desenvolvido, pois acredita-se que este fornece um grande manancial de possibilidades ao aluno possibilitando entrelaçar vários conhecimentos.

Como abordado nesta pesquisa, a estratégia da Modelagem se mostra eficaz para possibilitar a inserção do computador na aula de Matemática, pois a partir do fazer matemático por meio da Modelagem o uso de novas tecnologias em especial o computador surge de forma quase que natural, Borba, Malheiros e Zulatto (2007, p. 101) afirmam que “Nessa perspectiva, que privilegia a investigação e a exploração, consideram que a Modelagem está em sinergia com as tecnologias da informação e comunicação (TIC)”, porém simplesmente o fato de haver essa sinergia não garante a inserção do computador, até porque segundo afirmação de Borba e Penteado (2001),

A Modelagem pode ser e já foi bastante praticada no Brasil e em outros países sem o uso da mídia informática [computador]. Entretanto, a sinergia é imensa entre uma proposta que enfatiza a pesquisa por parte do aluno e uma mídia que facilita tal empreitada.

Portanto, apesar de haver essa sinergia, é preciso trazer para dentro dessa proposta um elemento que facilite essa articulação, em que, no nosso caso isso foi facilitado quando concebeu-se a estrutura do Portfólio segundo o processo de Modelagem Matemática baseado na estrutura de pastas e subpastas presentes no computador.

Portanto chegou-se à conclusão que a inserção do uso do computador no processo de Modelagem, com o uso do portfólio no ensino médio contribui quando articulados os três elementos (computador, Modelagem e portfólio) em uma relação de interdependência, sendo que o portfólio como o mais abrangente, possibilita abarcar todo o processo de Modelagem Matemática, assim sendo, entende-se que a contribuição do computador no processo de Modelagem vai além do revelado pela pesquisa, podendo possibilitar no âmbito da educação Matemática relações outras que possibilitem a articulação de informações em prol do conhecimento matemático, mas em especial ao ensino-aprendizagem da Matemática no ensino médio.

Esta pesquisa aponta possibilidades ao proporcionar experiências estimulantes e diferentes, aos alunos pesquisados, tem-se como questão: De que forma a inserção do uso do computador e do Portfólio no processo de Modelagem Matemática, contribui para a aprendizagem de conhecimentos matemáticos a partir das percepções de alunos do ensino médio?

Partindo das ideias apresentadas no referencial e das percepções dos alunos com relação à aprendizagem de conhecimentos matemáticos pontuou-se algumas contribuições da inserção do uso do computador no processo de Modelagem com auxílio do portfólio, entre elas destacou-se:

- O processo de Modelagem segundo as percepções dos alunos é muito diferente do processo de educação tradicional que os alunos estão acostumados, onde apenas reproduzem conhecimentos sem significados; enquanto que na Modelagem precisam ser participante ativo do processo de aprendizagem;
- Assim o fazer matemático propiciado pelo processo de Modelagem Matemática, em especial o processo de interação contribui para a constituição

de um ambiente de aprendizagem diferente do comumente desenvolvido na escola tradicional, e isso motiva o aluno a querer aprender Matemática.

- O processo de Modelagem Matemática instiga a curiosidade dos alunos, gerando inclusive desconfianças quanto ao aparecimento do conhecimento matemático;
- O processo de Modelagem contribui sinergicamente para a inserção do computador;
- O portfólio estruturado no computador potencializou o processo de Modelagem do momento que representou a estrutura a ser constituída;
- O computador conectado à internet torna o processo de Modelagem Matemática mais dinâmico, possibilitando uma diminuição no tempo para realizar a coleta de informações e finalização da pesquisa;
- O computador possibilitou aos alunos desenvolverem as atividades de forma mais motivadora e rápida;
- A utilização da internet principalmente na fase de interação possibilitou aos alunos da pesquisa uma maior facilidade no reconhecimento do tema.
- Como podemos observar os alunos de uma forma geral percebem a importância do uso do computador como um ponto positivo, pois dos 16 alunos da pesquisa, 15 ou 93,75% apresentaram uma avaliação positiva do uso do computador como facilitador da pesquisa;
- Portanto, a nossa percepção a partir da construção coletiva e colaborativa é que, a utilização do computador (Software Winplot, Recursos da planilha eletrônica) no processo de Modelagem com o uso do portfólio, contribuiu para o desenvolvimento da atividade e assimilação de algumas habilidades e conhecimentos matemáticos, como: Tabulação e rol de dados, cálculo da média aritmética, construção e análise de gráficos e a compreensão, de alguns conceitos do estudo de função do primeiro grau como o de função crescente e decrescente, e coeficiente angular.

É certo que as contribuições da inserção do computador no processo de Modelagem Matemática com o uso de portfólio, vão muito além do que está pontuado, deixando claro que assim como um caminho é escolhido pode ser alterado futuramente no sentido de melhorias, portanto, este trabalho de pesquisa é

na verdade apenas um primeiro passo na busca de novas situações que possam possibilitar o melhor desenvolvimento do processo de Modelagem.

No decorrer da pesquisa, observou-se algumas dificuldades encontradas no início do processo de Modelagem, podendo não se viável desenvolver numa mesma sala de aula mais de dois temas, pois se isso ocorrer, as dificuldades são ampliadas.

Outra questão sugerida, é com relação à preparação do ambiente onde se dará o processo de Modelagem, pois se for exclusivamente a sala de informática com computadores conectados à internet, é importante se possível a utilização de todos os recursos disponibilizados como Orkut, MSN, Blogs, Chats entre outros, pois essas ferramentas se bem utilizadas facilitam a comunicação no pós aula. Indica-se a utilização dessas ferramentas por entender-se que o processo de Modelagem trabalha em cima de elementos que motivam a constituição de significados para quem está modelando.

Esta pesquisa é o resultado de um trabalho, baseado em uma visão particular do pesquisador, portanto não se esgota com a proposta “finalizada”, muito pelo contrário, acredita-se que com ela, se inicia uma nova fase e trajetória que por meio de situações presente, e ainda, não visualizada por nós profissionais da educação, nos faz refletir que as dificuldades de nossa prática, recheada de mitos e crenças, podem ser superadas a partir da pesquisa.

7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Leandro da Silva, TAVARES, José. Conhecer, Aprender, Avaliar. coleção CIDINE. Porto: Porto editora 1998.

ALMEIDA, Maria da Conceição, CARVALHO, Edgar de Assis. Educação e Complexidade: os sete saberes e outros ensaios. Trad. Edgar de Assis Carvalho. São Paulo: Cortez, 2002.

ALMEIDA, Maria Elizabeth de. **Proinfo: Informática e Formação de professores**. Brasília: Ministério da Educação, Seed, 2000.

BARALDI, Ivete Maria. Matemática na escola: que ciência é esta? Caderno de divulgação cultural. Bauru: EDUSC, 1999.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Modelagem Matemática em cursos de não-matemáticos**. In: CURY, Helena Noronha. (Org.). *Disciplinas Matemáticas em cursos superiores: reflexões, relatos e propostas*. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 63-84, 2004.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. **As relações dos professores com a Modelagem Matemática**. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2004, Recife: *Anais...* Recife: SBEM, 2004. 1 CD-ROM.

_____. **Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como?** *Veritati*, n. 4, p. 73-80, 2004.

_____. **Uma perspectiva de Modelagem Matemática**. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3., 2003, Piracicaba. *Anais*. Piracicaba: UNIMEP, 2003. 1 CD-ROM.

BARBOSA, Jonei Cerqueira, SANTOS, Marluce Alves. **Modelagem Matemática, perspectivas e discussões**. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9, Belo Horizonte. *Anais*. Recife: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2007. 1 CD-ROM.

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

BELLONI, Maria Luíza. **O que é Mídia-Educação: polêmicas do nosso tempo**. São Paulo: Autores Associados, 2005.

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

_____. **O que pensam os professores sobre Modelagem Matemática?** Zetetike. Campinas: v.7, n. 11, p.67-85, 1999.

BOAVIDA, Ana Maria, PONTE, João Pedro. Investigação colaborativa: Potencialidades e problemas. In GTI (org.) Refletir e investigar sobre a prática profissional (pp. 43-55). Lisboa: APM.

BORBA, Marcelo Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e Educação Matemática**. 2 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

BORNATTO, Gilmar. **Modelagem – Simulação – Informática e a Matemática**. Revista PEC, Curitiba, V. 2 n. 1, p. 67-71, jul 2001-jul. 2002.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Ensino Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais. Matemática, Brasília: 1997.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais. Matemática, Brasília: 1998.

BURAK, Dionísio. Modelagem Matemática: uma metodologia alternativa para o ensino de Matemática na 5ª série Dissertação de mestrado (UNESP- Rio Claro, 1987).

CARVALHO, Paulo Sérgio. **Interação entre humanos e computadores: uma introdução**. São Paulo: EDUC, 2000-(série Trilhas).

CHARNAY, R. **Aprendendo com a resolução de problemas**. In: PARRA, C Didática da Matemática: Reflexões psicopedagógicas. Trad. Juan Acuña Llorens . Porto Alegre: Artes médicas, 2001.

CHAVES, Maria Isaura Albuquerque. Modelando Matematicamente questões ambientais relacionadas com a água a propósito do ensino-aprendizagem de funções na 1ª série do ensino médio.. 2005. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. Instituto de Educação Matemática e Científica. Universidade Federal do Pará. Belém/ PA. 2005.

CHIZZOTTI, Antônio. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. São Paulo: Cortez, 1991-(Biblioteca da educação. Série 1. Escola; V. 16).

CHIZZOTTI, Antônio. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 6 ed. São Paulo: Cortez, 2003-(Biblioteca da educação. Série 1. Escola; V. 16)

COX, Kênia Kodel. **Informática na educação escolar**. polêmicas do nosso tempo. São Paulo: Autores Associados, 2003.

DAMBRÓSIO, Ubiratan. **Da realidade À ação: Reflexões sobre e Educação Matemática**, 2 ed.. São Paulo: Summus, 1986.

_____. **Dos fatos reais à Modelagem:** uma proposta de conhecimento Matemático. 1999 Disponível em :<<http://vello.sites.uol.com.br/modelos.htm>>. Acesso em 20 jul. 2009.

_____. **Educação Matemática em revista.** São Paulo, ano8, n.11, p. 14-17, dez. 2001.

DAMBRÓSIO, Ubiratan et al. **A educação Matemática:** Breve histórico, ações implementadas e questões sobre sua disciplinarização. In:26ª reunião anual da ANPED. Poços de Caldas-MG: 5 a 8 de Out. 2003.

DINIZ, Leandro do. Nascimento. **O papel das Tecnologias da Informação e Comunicação nos Projetos de Modelagem Matemática.** 2007. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

D'AMORE, Bruno. **Elementos de Didática da Matemática.** São Paulo: Livraria da Física, 2007.

DELLA NINA, Clarissa Trojack. **Modelagem Matemática e novas Tecnologia:** uma alternativa para a mudança de concepções em Matemática. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática)-Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

FINO, Carlos Nogueira. Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. In Revista de Educação português. Vol. 14, n. 2, pp. 273-291.

FRANCHI, Regina Helena de Oliveira Lino. **Reflexões sobre a Modelagem na perspectiva da Educação Matemática.** In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. **Anais...** Piracicaba: UNIMEP, 2003.1CD.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia:** Saberes necessários à prática educativa. Coleção leitura. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

_____, **Pedagogia do Oprimido.** 17. Ed. Rio de Janeiro, Paz e terra, 1987.

GAZETTA, Marineusa. **A Modelagem como Estratégia de Aprendizagem da Matemática em Cursos de Aperfeiçoamento de Professores.** Rio Claro/SP, 1989. Dissertação de Mestrado. UNESP.

MIRANDA, Raquel Gianolla. **Informática na Educação:** Representações sociais do cotidiano. 3. Ed. – São Paulo, Cortez, 2006 – Coleção: Questões da nossa época.

GONÇALVES, Tadeu Oliver. **A constituição do Formador de Professores de Matemática: A prática formadora.** Coleção Pesquisa em Educação em Ciências e Matemática. Belém: CEJUP, 2006.

HEIDE, Ann. STILBORNE, Linda. **Guia do Professor para a Internet Completo e Fácil.** Porto Alegre: Artmed, 2000.

KLUBER, Tiago Emanuel e BURAK, Dionísio. **Modelagem Matemática: Pontos que justificam a sua utilização no Ensino.** In: IX ENEM - Encontro Nacional de Educação Matemática, 2007, Belo Horizonte, MG. Anais do IX ENEM. Belo Horizonte: UNI-BH, 2007, p 1-19.

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de Metodologia Científica. Teoria da ciência e prática da pesquisa.** Petrópolis, RJ: Vozes, 1997.

LEVY. Lênio Fernandes , ESPÍRITO SANTO, Adilson Oliveira. **Modelagem Matemática no ensino-aprendizagem e complexidade: Atravessando-se Paradigmas** in: V Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática Ouro Preto, 8 a 10 de Nov. 2007.

LÉVY, Pierre. **O que é o virtual?** Trad. Paulo Neves. São Paulo, Ed. 34, 1996.

LIBÂNEO, José Carlos. **Democratização da escola pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos.** 16. ed. São Paulo: Loyola, 1999.

MACHADO, João Carlos Ribeiro. **O olhar dos alunos e dos professores sobre a informática no curso de Licenciatura em Matemática na UFPa.** 2005. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. Instituto de Educação Matemática e Científica. Universidade Federal do Pará. Belém/PA. 2005.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade.** 20. ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 1994.

MIRANDA, Dimas Felipe e LAUDARES, João Bosco. **Informatização no Ensino da Matemática: Investindo no Ambiente de Aprendizagem.** São Paulo. Zetetiké, vol.15, nº 27 – jan/jul. 2007.

MOYSÉS, Lúcia. **Aplicações de Vygotsky à educação Matemática.** 6. Ed. Campinas, SP: Papyrus, 2004-(coleção Magistério: formação e trabalho pedagógico).

NACARATO, Adair Mendes , PAIVA, Maria Auxiliadora Vilela. **A formação do professor que ensina Matemática: Perspectivas e pesquisas.** Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

NETO, Francisco Duarte Moura. **A Matemática que faz bem à sociedade.** II Bienal da Sociedade Brasileira. Salvador: 2004.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças:** Repensando a escola na era da informática. Trad. Sandra Costa. Porto Alegre: Artes médicas, 1994.

PIEREZAN, Liliana Maria e SILVA, Moraes. **Articulando educação e tecnologias: uma experiência coletiva.** UPF, Passo Fundo 2003.

POLYA, George. **A arte de resolver problemas:** um novo aspecto do método matemático. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

PONTE, João Pedro. CANAVARRO, Ana Paula. **Matemática e novas tecnologias.** Lisboa: Universidade aberta, 1997.

ROSALEN, M. MAZZILLI, S. **Formação de professores para o uso da Informática nas escolas:** evidências da prática. In: 28^a REUNIÃO ANUAL DA ANPED. Caxambu/Minas Gerais, 2005. Anais. Disponível em <http://www.anped.org.br/reunioes/28/textos/gt08/gt081345int.rtf>. acessado em 23 de nov.2008.

ROSSINI, Maria Augusta Sanches. **Aprender tem que ser gostoso.** Petrópolis: vozes, 2003.

SILVA, Mário José Siqueira e LEVY, Lênio Fernandes. **Modelagem Matemática e Informática na Educação:** Desafios da Educação Matemática numa visão holística. In: VI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. Londrina, 12 a 14 de Nov. 2009.

SILVA, Mário José Siqueira, ESPÍRITO SANTO, Adilson Oliveira. O uso da informática no processo de Modelagem Matemática no ensino. In: X Encontro Nacional de Educação Matemática: Educação Matemática, cultura e diversidade. Salvador, 7 a 9 de Jul, 2010.

SILVA, Neivaldo Oliveira. **Educação Matemática:** epistemologia, princípios e evolução. In texto elaborado para o Curso de Especialização em Educação Matemática do NPADC/UFPA, 2001.

SKOVSMOSE, Ole. **Educação Matemática crítica:** A questão da democracia. 2 ed. Campinas, SP: Papyrus, 2004 (Coleção Perspectiva em Educação Matemática).

SOUZA, Clécio Rodrigues. **Programa EtnoMatemática e Cultura Digital.** 2008. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática)-Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

VALENTE, José Armando. Diferentes usos do computador na educação. In: Valente (org). Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação. Campinas: SãoPaulo,1998.

VALENTE, José Armando. **Informática na Educação**: O Computador auxiliando o processo de mudança na escola. Disponível em [http:// www.nte-jgs.rct-sc.br/valente.htm](http://www.nte-jgs.rct-sc.br/valente.htm) acesso em 03 de out. 2008.

VILLAS BOAS, Benigna Maria de Freitas. Portfólio, Avaliação e Trabalho Pedagógico. 2 ed. Coleção: Magistério: formação e Trabalho Pedagógico. Campinas-SP. Papyrus, 2004.

APÊNDICES

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO DA PESQUISA DE CAMPO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - UFPA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E CIENTÍFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICAS
CURSO: MODELAGEM MATEMÁTICA UTILIZANDO RECURSOS DO COMPUTADOR

Prezado(a) aluno(a). Este questionário objetiva verificar o perfil dos alunos acerca dos conhecimentos e utilização da Informática Para o êxito desta pesquisa, contamos com sua participação respondendo com sinceridade os itens abaixo.

Por favor, responda individualmente todas as perguntas não deixando nenhuma em branco

QUESTIONÁRIO I

1. IDENTIFICAÇÃO DO ALUNO

a) **SEXO:** Masculino () Feminino () Idade: _____

2. QUANTO À INFORMÁTICA:

a) Você possui Computador em casa: sim () não ()

b) Quais os sistemas operacionais que você conhece ou tem maior domínio?
 LINUX () WINDOWS () LINUX E WINDOWS () nenhum ()

c) Quais dos softwares educacionais abaixo você conhece ou já utilizou?
 Micromundos () Cabri Geométrico () Winplot () Mathematica ()
 Matlab () Modellus ()

3. SOBRE A INTERNET

a) Quais os Sites de busca e pesquisa você mais utiliza?
 () Google () Yahoo () MSN () Altavista () UOL () CADÊ

b) Qual o seu principal objetivo quando utiliza a internet?
 Fazer Pesquisas escolares () Entra em sala de bate-papo () Visitar o seu Orkut ()
 Buscar novidades ()

APÊNDICE A
QUESTIONÁRIO DA PESQUISA DE CAMPO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - UFPA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E CIENTÍFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICAS
CURSO: MODELAGEM MATEMÁTICA UTILIZANDO RECURSOS DO COMPUTADOR

Prezado(a) aluno(a). Este questionário objetiva verificar o perfil dos alunos acerca do desenvolvimento do processo de Modelagem Matemática e Portfólio. Para o êxito desta pesquisa, contamos com sua participação respondendo com sinceridade os itens abaixo.

Por favor, responda individualmente todas as perguntas não deixando nenhuma em branco.

QUESTIONÁRIO II

1. Como você avalia o processo de Modelagem Matemática com o uso do portfólio que produziu até então?

2. Você acha possível aprender Matemática a partir dos temas propostos pelo professor?

3. Como você observa o uso da internet na pesquisa até então, realizada?

4. Qual a importância do uso do computador com o processo até então desenvolvido?

5. Você acha que está surgindo algum conceito, conhecimento ou alguma relação matemática no projeto/trabalho/pesquisa que está desenvolvendo?

APÊNDICE A
QUESTIONÁRIO DA PESQUISA DE CAMPO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - UFPA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E CIENTÍFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICAS
CURSO: MODELAGEM MATEMÁTICA UTILIZANDO RECURSOS DO COMPUTADOR

Prezado(a) aluno(a). Este questionário objetiva verificar o perfil dos alunos acerca dos conhecimentos e utilização da Informática Para o êxito desta pesquisa, contamos com sua participação respondendo com sinceridade os itens abaixo.

Por favor, responda individualmente todas as perguntas não deixando nenhuma em branco

QUESTIONÁRIO III

1. O professor de Matemática da sua escola já utilizou alguma vez o laboratório de informática da escola para desenvolver algum tópico da Matemática? Se sim que assunto ele queria ensinar?
2. Você já utilizou o laboratório da escola para realizar alguma pesquisa solicitada pelo professor da disciplina Matemática?
3. Se você pudesse escolher um local para assistir suas aulas de Matemática escolheria onde?
 - i) laboratório de informática com internet
 laboratório de informática sem internet
 - ii) laboratório de. Informática com internet
 na própria sala de aula
 - iii) lab. informática(sem internet)
 na própria sala de aula
4. Você acha que as atividades trabalhadas por nós poderiam ser desenvolvidas da mesma forma em sala de aula e sem o computador?
5. Quais as contribuições que você observou relacionado ao uso do computador?
6. Escreva pontos positivos e negativos do curso?

APÊNDICE B

QUESTIONÁRIO DA PESQUISA DE CAMPO

NOTAS DE ORIENTAÇÃO AO ALUNO CURSISTA

Seja bem-vindo ao Curso: MODELAGEM MATEMÁTICA: Aprendendo Matemática com a utilização do computador.

O curso tem por finalidade articular o uso da tecnologia computador e o portfólio no processo de Modelagem Matemática, onde pretende-se verificar ***As contribuições do uso do computador no processo de Modelagem Matemática, com o uso do portfólio de modo a favorecer o ensino e aprendizagem da Matemática no ensino médio?***

MINISTRANTE: Profº Mário Siqueira (Especialista em Informática na Educação e Educação em Ciências, Matemáticas e Mestrando em Educação em Ciências e Matemáticas e Membro do Grupo de Estudo em Modelagem Matemática - GEMM e Professor efetivo da SEDUC/SEMEC)

1. A FICHA DE INSCRIÇÃO SERÁ ENTREGUE PELO PROFESSOR MINISTRANTE DO CURSO NO ATO DA MESMA DURANTE O PERÍODO DE INSCRIÇÃO.
2. A FALTA NO PRIMEIRO DIA DE CURSO É ELIMINATÓRIA E A VAGA SERÁ REPASSADA AO OUTRO ESTUDANTE.
3. A ENTREGA DO CERTIFICADO ESTARÁ SUJEITA A 90% DE FREQUÊNCIA MÍNIMA E O MESMO SERÁ ENTREGUE AO FINAL DO CURSO.
4. O INTERVALO DE AULA SERÁ DE 20 (VINTE) MINUTOS.
5. NÃO É PERMITIDO O USO DE TELEFONE CELULAR NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA.
6. AS SAÍDAS FREQUENTES DE SALA DE AULA DEVEM SER EVITADAS.
7. É PROÍBIDA A ENTRADA DE ALIMENTOS NO LABORATÓRIO DEVENDO SER REGRA A TODOS.
8. A ESCOLA E O MINISTRANTE DO CURSO NÃO SE RESPONSABILIZAM POR PERDAS OU DANOS DE OBJETOS PESSOAIS, DEVENDO O ALUNO CURSISTA ZELAR PELOS SEUS BENS.
9. É PROÍBIDO FUMAR NO INTERIOR DO LABORATÓRIO, de acordo com a lei federal nº 9.294, de 15/07/1996.

PLANO DE AÇÃO PARA PESQUISA E COLETA DE DADOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ NÚCLEO PEDAGÓGICO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO

Profº Mário José Siqueira da Silva¹⁵

Mini Curso: MODELAGEM MATEMÁTICA: Aprendendo Matemática com a utilização do computador.

CH: 40 horas (2 semanas)

Horário: 14 às 18 ou 8:00 às 12:00

Início: 16/03/2009

Término: 27/03/2009

PÚBLICO ALVO: Alunos do Ensino Médio

Quantidade de Vagas: 30 (2 alunos por computador)

PRÉ-REQUISITO:

- Ser aluno regularmente matriculado no ensino médio
- Ter disponibilidade no período da tarde,

JUSTIFICATIVA

O processo de ensino-aprendizagem da Matemática tem nos mostrado de forma clara, a necessidade de mudanças nas estratégias e recursos metodológicos adotados, por isso que disponibilizar a professores e alunos ou comunidade escolar, diferentes alternativas para o desenvolvimento do processo de educação Matemática, é de vital importância para a busca da qualidade no ensino da mesma.

O computador é hoje sem dúvida, parte do cotidiano de qualquer cidadão e, é dever da escola formar para as novas tecnologias, pois como afirma PERRENOUD(2000)

¹⁵ Professor Licenciado em Matemática e efetivo do quadro da SEDUC-PA; Especialista em Informática na Educação; Especialista em Educação em Ciências e Matemáticas e Mestrando em Educação em Ciências e Matemáticas do NPADC-UFPA.

Formar para as novas tecnologias é formar o julgamento, o senso crítico, o pensamento hipotético e dedutivo, as faculdades de observação e de pesquisa, a imaginação, a capacidade de memorizar e classificar, a leitura e análise de textos e de imagens, a representação de redes, de procedimentos e de estratégias de comunicação. (Perrenoud, 2000, 128)

“A história da escola sempre foi contada como a história do progresso”, explica Antonio Nôvoa (1998), por isso há a necessidade de estruturar a transformação educacional com a inserção tecnológica ou corre-se riscos de transformá-los em “*inovações derivadas – repetitivas*” como afirma (SILVA, SOUZA & SILVA, 2008, p. 18), e para que seja possível é necessário a criação de novos ambientes favoráveis ao processo ensino-aprendizagem da Matemática e que gerar este ambiente, não é tarefa simples, já que nossas escolas permanecem assentadas na proposta de um aluno totalmente passivo em relação ao conhecimento e as ações propostas, e o passo inicial à transformação deve ser o desejo de mudança do professor, por isso acredita-se que o fazer matemático proporcionado pelo processo de Modelagem Matemática, possa nos levar à busca desse ambiente favorável e conseqüentemente de um processo significativo.

OBJETIVOS

- Favorecer o ensino- aprendizagem da Matemática na proposta de Modelagem Matemática gerando o ambiente favorável de aprendizagem.
- Desenvolver o processo de Modelagem Matemática através do uso do computador como facilitador
- Desenvolver o conteúdo matemático através de diferentes recursos e estratégias de ensino.
- Proporcionar ao discente a possibilidade de construção do conhecimento matemático através do processo de Modelagem.
- Favorecer o ensino aprendizagem da Matemática através do uso do computador.

RECURSOS NECESSÁRIOS

- Quadro Branco, pincel e apagador.
- Laboratório de informática
- Software's (BR. Office. calc, Winplot, etc.)

- Data show
- Apostilas.

CONTEÚDOS PROPOSTOS

- Planilha Eletrônica, Winplot e outros
- Ajuste de curvas
- Função
- Outros

METODOLOGIA

A pesquisa tem como questão verificar “QUAIS AS CONTRIBUIÇÕES DO USO DO COMPUTADOR PARA O PROCESSO DE MODELAGEM DE MODO A FAVORECER O ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA? Para que seja possível foi feito primeiramente uma breve revisão do aplicativo Excel, onde já de forma vinculada ao conhecimento matemático, buscaremos o formato pretendido das tabelas e gráficos dinâmicos auxiliando o conhecimento matemático das situações problemas que serão desenvolvidas.

Na segunda etapa do projeto desenvolveremos o processo de Modelagem Matemática, conforme descrito por BIEMBENGUT(2005), BASSANEZI(2006).

1. Escolha do tema, estudo e levantamento de questões –Interação
2. Formulação – Matematização;
3. Elaboração de um modelo matemático - Modelo
4. Resolução Parcial das questões – Validação;
5. Exposição oral e escrita do trabalho – Portifólio (RECURSOS DO Linux)
6. Construção contínua de um Portifólio.

O desenvolvimento do trabalho se dará com dois alunos por computador, num total de 30, para que possam trocar possíveis experiências e idéias no decorrer do curso. O trabalho final é a apresentação de um portfólio (Intel para o futuro), como forma de resguardar todos os acontecimentos desenvolvidos pelos alunos para serem utilizados como fonte de informação do próprio aluno, para a possível

análise e reestruturação do próprio modelo ou modelos a serem desenvolvidos futuramente.

Coleta de Dados

A coleta de dados será desenvolvida da seguinte forma:

- Observação diária dos alunos,
- Questionários
- Portfólio.

BIBLIOGRAFIA

1. BASSANEZI, R. C. **Ensino- aprendizagem com Modelagem Matemática**: uma nova estratégia. 3 ed. São Paulo: Contexto, 2006.
2. BIEMBENGUT, M. S; Hein, N. **Modelagem Matemática no ensino**. 4 ed. São Paulo: Contexto, 2005.
3. Intel: Educação para o futuro, 2002
4. PERRENOUD, Philippe, **Dez Novas competências para ensinar**, Porto Alegre: Artes médicas 2000
5. MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade**. 20. ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 1994.
6. SILVA, M. J. S., SOUZA, E.S.R. SILVA, F.H.S. **É possível Modelagem Matemática com informática na educação?** In: Anais do VI Encontro Paraense de Educação Matemáticas: Tendências metodológicas em educação Matemática, Belém, 3 a 5 de setembro de 2008

FOLDER DA PESQUISA DE CAMPO

MODELAGEM MATEMÁTICA:
Aprendendo Matemática com recursos do computador

INFORMAÇÕES ADICIONAIS:
O curso tem como prerrogativa servir de base para a pesquisa sobre a inserção do computador no processo de modelagem matemática, buscando responder a seguinte questão:

QUAIS AS CONTRIBUIÇÕES DO USO DO COMPUTADOR PARA O PROCESSO DE MODELAGEM DE MODO A FAVORECER O ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA?

ATENÇÃO
As vagas serão limitadas em um total de 30 distribuídas para as Escolas da unidade 6

INSCRIÇÕES

As inscrições serão efetivadas pelo Profº Mario Siqueira até o dia 16 de março de 2009 (data início do curso).
Local de Inscrição: LAB de Informática da EEEFM Mário Barbosa.
Horário: 8:00 às 11:00

Informações:
Falar com Profº Mario Siqueira
Fone: 32531631/ 82156133.
Email: mjsiq@hotmail.com.

Ficha de Inscrição: Estará disponível com o professor Mario Siqueira no LAB. De Informática EEEFM Mário Barbosa
Horário: 8:00 às 11:00 h

DOCUMENTAÇÃO

NO ATO DA INSCRIÇÃO O ALUNO DEVE TRAZER UMA CÓPIA DO REGISTRO GERAL -RG (DOCUMENTO DE IDENTIDADE) E .

MODELAGEM MATEMÁTICA:
Aprendendo Matemática com recursos do computador

APOIO

UNIDADE 6
EEEFM. MARIO BARBOSA





MODELAGEM MATEMÁTICA: Aprendendo Matemática com recursos do computador

JUSTIFICATIVA

O processo de ensino-aprendizagem da matemática tem nos mostrado de forma clara, a necessidade de mudanças nas estratégias e recursos metodológicos adotados, por isso, disponibilizar a professores e alunos ou comunidade escolar, diferentes alternativas para o desenvolvimento do processo de educação matemática, pode ser de vital importância para a busca da qualidade no ensino da mesma. E para que seja possível é necessário a criação de ambientes favoráveis de ensino-aprendizagem da matemática e gerar este ambiente não é tarefa simples, já que nossas escolas permanecem assentadas na proposta em que o aluno deva apenas ver acontecer e não fazer acontecer, ou seja, ser totalmente passivo em relação ao conhecimento, e o passo inicial à transformação dessa realidade, deve ser o desejo

de mudança do professor, por isso acreditamos que o fazer matemático proporcionado pelo processo de modelagem apoiado por recursos tecnológicos, possa nos levar à busca da qualidade pretendida.

LOCAL
Laboratório de Informática da EEEFM Mário Barbosa

CARGA HORÁRIA: 40 H

PERÍODO:
De 16 à 27 de março de 2009
Horário: 14:00 às 18:00 h

VAGAS LIMITADAS
30 ALUNOS

CONTEÚDO

- Noções de Informática: Planilha Eletrônica, Editor de Apresentação.
- Estudo de Funções

Professor Responsável pelo Curso
Mário José Siqueira da Silva
(Especialista em Informática na Educação e Mestrando em Educação em Ciências e Matemáticas)

Professor Colaborador
Profº Dr. Adilson Oliveira do E. Santo.

ANEXOS

ANEXO A
TEXTOS UTILIZADOS NAS ATIVIDADES DE MODELAGEM

TEXTO DO TEMA 1: “Consumo de energia também pode ser consciente”

Passados alguns anos desde que ouvimos pela primeira vez a expressão *apagão* que se referia a crise de energia elétrica que nos fez parar para pensar no assunto e nos forçou a economizar energia, voltamos a ouvi-la provocada, desta vez, pelo fenômeno *la niña* que tem alterado a precipitação das chuvas esperadas, comprometendo o desempenho das hidroelétricas e colocando em xeque a infraestrutura energética do país. Embora as autoridades neguem a possibilidade de outro *apagão*, esta é uma boa hora para voltarmos a nos questionar sobre a segurança de nossas instalações elétricas e sobre a necessidade de economizar energia.

Quando se trata de economia já estamos mais esgotados, já que medidas que ajudam a baixar custos estão sempre na ordem do dia, mas, mesmo assim, nem sempre temos atitudes pró-ativas para atingir este objetivo. E olha que elas são simples. Que tal, por exemplo, reduzir o tempo no chuveiro ou, pelo menos, desligá-lo ao se ensaboar; evitar abrir a porta da geladeira várias vezes, assim como guardar alimentos quentes; evitar deixar o ferro de passar ligado mais de uma hora por dia; usar o aspirador de pó e a lavadora de roupas no máximo duas vezes por semana; evitar o tal *standby*, retirando tudo da tomada e claro, não dormir com a tv ligada né? Afinal já inventaram o *sleep time*. Faça isso e experimente um grande prazer ao final do mês ao checar a conta da luz.

Porém, quando se trata de segurança, o furo é mais embaixo. Uma pesquisa feita na cidade de São Paulo constatou que 25% das casas tem problemas com choque; 12% têm disjuntores desarmados com frequência; 15% já tiveram algum aparelho danificado e pasme, 50% das casas com mais de vinte anos nunca tiveram uma reforma do circuito elétrico. Isso mostra o quanto nossas residências estão vulneráveis. É melhor ficar atento e investir um pouco mais em segurança uma vez que a crescente demanda por novos aparelhos de comunicação, por exemplo, exige mais dos circuitos das residências e instalações mal feitas além de perigosas aumentam gastos.

De imediato o que se pode fazer é evitar o uso de benjamins, extensões e tês que sobrecarregam a tomada podendo causar curto; cuidar para que todos os circuitos tenham fio terra, evitando o risco de choques; nunca mudar a chave verão/inverno do chuveiro quando ligado e ao trocar lâmpadas nunca segure pelo

soquete; não brinque com fios, cabos, tomadas ou plugs; nunca use um secador de cabelo, rádio ou tv perto de banheiras ou pias e não toque em nenhum sistema elétrico com as mãos molhadas. Ao contratar um serviço não abra mão de um profissional qualificado. Lembre-se que eletricidade não se vê, não tem cheiro e nem cor, mas pode matar.

O crescimento da demanda por energia exige uma atitude imediata por parte de todos. Um consumo consciente de energia elétrica não só trás benefícios imediatos ao reduzir gastos como também ajuda a preservar reservas ecológicas ao evitar a construção de novas hidroelétricas. Em tempos de sustentabilidade tudo está interligado e atitudes mais econômicas e seguras se unem ao desenvolvimento de uma consciência comprometida com a preservação da vida e do planeta.

SITES RELACIONADOS

<http://www.escolher-e-construir.eng.br/Dicas/Dicas1/Kwatt/pag1.htm>

<http://www.furnas.com.br/simulador/index.htm>

http://www.cemig.com.br/energiainteligente/novo_site/01/simulador1.html

<http://www.cee.com.br/pportal/cee/Component/Controller.aspx?CC=1221>

TEXTO DO TEMA 2: “Crescimento da População Mundial: será possível controlar?”

Várias são as causas do rápido crescimento da população mundial. Os índices de mortalidade nos países em desenvolvimento tiveram uma queda marcante após a segunda guerra mundial. Campanhas de Saúde Pública e de vacinação reduziram espetacularmente as doenças e a mortalidade infantil.

Nos países desenvolvidos, esses declínios na mortalidade tinham levado séculos para ocorrer, à medida que a própria sociedade gradualmente se transformava, tornando-se mais urbanizada e menos dependente de grandes famílias. Como resultado as taxas de natalidade e mortalidade tendiam a decrescer proporcionalmente e as taxas de crescimento populacional nunca atingiram o nível que atingiriam mais tarde, nos países em desenvolvimento. Na década de sessenta, as mulheres nos países em desenvolvimento estavam tendo em média 6 filhos.

O crescimento futuro da população é difícil de prever. As taxas de natalidade estão a diminuir em geral, mas variam muito entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento. As taxas de mortalidade podem mudar inesperadamente devido a doenças, Guerras e catástrofes, ou avanços na medicina. A ONU publicou várias projeções da população mundial futura, baseadas nos diferentes pressupostos. Ao longo dos últimos 10 anos, a ONU tem revisto constantemente as sua projeção da população mundial, corrigindo-as para valores inferiores aos anteriormente anunciados. Se nenhuma ação, em escala global – em especial nos países subdesenvolvidos – for tomada para conter o crescimento exponencial da população mundial, ele prosseguirá, tal como tem sido, até meados do próximo século. O contínuo aumento populacional pode ter várias conseqüências negativas. A mais falada é a questão da escassez de alimentos, mas a verdade é que os alimentos estão mal distribuídos mundialmente, uma vez que, nos países desenvolvidos existe um grande problema de saúde por excesso de alimentação (obesidade e problemas cardio vasculares).

Com o aumento da população e desenvolvimento dos países aumenta também a poluição produzida, e se já com a população atual os problemas ambientais relacionados com a poluição são bastantes, então deduz-se que serão muito piores com uma população ainda maior e a produzir cada vez mais desperdícios, este aumento da poluição poderá implicar também a degradação de muitos ecossistemas naturais.

Na sociedade globalizada em que vivemos outro grave problema é a propagação de epidemias, que agora o fazem com muito mais facilidade devido ao contato entre indivíduos de todos os pontos do mundo uns com os outros devido aos avanços dos meios de transporte. O fato de haver cada vez mais gente, para menos área habitável faz também com que comecem a surgir populações que habitam áreas perigosas do planeta, facilmente susceptíveis a catástrofes (ex: grande atividade vulcânica). Têm também preocupado as autoridades governamentais os problemas associados à criação de empregos, meios de habitação, transporte, educação e saúde.

Medidas a tomar para conter tal aumento

Para tentar conter o elevado aumento populacional já estão tomadas e estudadas certas medidas. É necessária a expansão de serviços de alta qualidade de planejamento familiar e saúde reprodutiva. As gravidezes indesejadas ocorrem quando os casais que não querem ter uma gravidez não usam nenhum método para regular eficazmente a fertilidade. Uma das prioridades de vários governos dos países em vias de desenvolvimento deve oferecer aos casais e a pessoa individuais serviços apropriados para evitar tais gravidezes.

Deve-se também divulgar mais informações sobre o planejamento familiar e aumentar as alternativas de métodos anticoncepcionais, nos casos em que tal seja legal.

É também muito importante a conscientização do público sobre os meios existentes para a regulação da fertilidade e o seu valor da importância da responsabilidade e da segurança na prática de relações sexuais e a localização dos serviços. Deverão ser criadas condições favoráveis para famílias pequenas. Importa também aumentar a escolaridade, especialmente entre as adolescentes. Melhorias na situação econômica, social e jurídica das jovens e das mulheres poderão contribuir para aumentar o seu poder de negociação, conferindo-lhe uma voz mais forte nas decisões relacionadas com os aspectos reprodutivos e produtivos da família.

Sobre o tema em questão o grupo responsável poderá fazer um estudo não só do crescimento populacional humano como de outras espécies:

1. Crescimento Populacional Humano de Países, Estados, Municípios ou bairros.

2. Crescimento Populacional de Cupins, Carrapatos, Sapos, Mosquitos, Bactérias ou outro que achar interessante.

SITES RELACIONADOS

1. http://pt.wikipedia.org/wiki/Crescimento_populacional
2. <http://www.brasilecola.com/geografia/o-crescimento-populacional-no-mundo.htm>
3. www.brasilecola.com/brasil/o-crescimento-da-populacao-brasileira.htm
4. www.oeco.com.br/convidados/64-colunistas-convidados/16785-oeco_20317
5. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40141997000100006&script=sci_arttext
6. www.coladaweb.com/geografia/crespop.htm

TEXTO DO TEMA 3: “Cesta Básica”

Valor da cesta básica cai em 14 das 17 capitais pesquisadas pelo Dieese

O preço da cesta básica caiu, em fevereiro, em 14 das 17 capitais monitoradas pelo levantamento periódico realizado pelo Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (Dieese). A maior redução ocorreu em Belo Horizonte, onde o custo da cesta baixou 6,36%. Em Salvador, a baixa foi de 2,30%.

Segundo o Dieese, em 12 das 17 capitais, o preço da cesta básica acumula queda nos dois primeiros meses de 2009. No acumulado de 12 meses, entretanto, a cesta apresentou alta de mais de 10% em oito capitais. Em Florianópolis, por exemplo, o avanço foi de 17,47%.

De acordo com o levantamento, a retração no valor da cesta básica em fevereiro foi causada pela queda dos preços do tomate, arroz e feijão e, no Centro-Sul do país, da farinha. O preço do tomate, por exemplo, caiu em todas as capitais.

Apesar das reduções, o Dieese diz que o valor da cesta ainda é alto comparado ao do salário mínimo (R\$ 465,00). Em Porto Alegre, por exemplo, capital com a cesta mais cara (R\$ 247,06), o mínimo deveria ser de R\$ 2.075,55, segundo a estimativa do Dieese, para que cumprisse a determinação constitucional de suprir as despesas básicas de um trabalhador e família.

SITES RELACIONADOS

1. <http://www.dieese.org.br/rel/rac/metodologia.pdf>
2. http://pt.wikipedia.org/wiki/Cesta_b%C3%A1sica
3. <http://www.procon.sp.gov.br/categoria.asp?id=111>
4. http://www.uesc.br/cursos/graduacao/bacharelado/economia/cestabasica/junho_2007.pdf
5. http://www.estadao.com.br/nacional/not_nac132297,0.htm
6. <http://www.unitau.br/universidade/pro-reitorias/prex/servicos-a-comunidade-1/nupes/trabalhos-academicos/arquivos/Trabalho%20Academico%20-%20Michele%20Souza%2001.pdf/view>

TEXTO DO TEMA 4: Transporte público

Impacto econômico AWD

Muitas cidades observam que novos sistemas de transporte público possuem benefícios econômicos substanciais, provocando o desenvolvimento econômico e social da região, e aumentando o valor da terra na região. Sistema de transporte público fixas e bem planejadas, tais como ferrovias, aparentemente possuem um impacto maior, talvez por causa de que a construção destes meios de transporte significa assumir um objetivo a longo prazo para providenciar transporte para localidades específicas. Além disso, um eficiente e bem planejado sistema de transporte público maximiza os benefícios econômicos e ambientais de investimentos para o transporte público através do incentivo de maior desenvolvimento dentro de um certo raio das estações.

Traduzir o impacto econômico em uma fonte de renda para a rede de sistemas de transporte público tem sido um sonho de uma maioria de planejadores urbanos. Poucas localidades possuem a habilidade de ceder o direito de desenvolvimento para um operador de transporte público urbano privado, tal como Hong Kong tem feito. O sucesso de Hong Kong ilustra bem o potencial desta idéia. Outros alegam que o transporte público não é prático, por causa de seus altos custos e de sua ineficiência. Estas pessoas alegam que os custos de construção e de manutenção de um quilômetro de trecho de metrô ou de light rail muitas vezes equivale ou mesmo excede aos custos de construção e manutenção o quilômetro de vias expressas urbanas, embora não desviem o mesmo número de veículos - embora proponentes do transporte público disputam a veracidade desta última informação. Além disso, as pessoas contra o transporte público alegam que os projetos de transporte público muitas vezes não incluem custos de operações a longo prazo, que geralmente não são cobertos pelo arrecadamento gerado através dos passageiros. Ora e meia, sindicatos de transporte público tem realizado greves, ameaçando colocar a população da área urbana como reféns, até que suas demandas sejam atendidas. Porém, por causa do crescente congestionamento de automóveis, o número de pessoas utilizando-se de sistemas de transporte público nos Estados Unidos aumentou em 21% - mais do que o aumento do mesmo período em veículos o quilômetro, e excluindo passageiros o quilômetro em linhas aéreas.

Diversos Estados americanos considerados anteriormente a favor apenas de vias expressas, tais como o Colorado e o Utah, tem aprovado mais investimentos para seus sistemas de transporte público, em 2005.

Problemas sociais

Críticos do transporte público muitas vezes alegam que o transporte público atrai "elementos não-desejáveis", como histórias de criminosos atrás de passageiros, e de sem-tetos dormindo em trens. Em algumas ocasiões, passageiros reagiram, tomando a lei em suas próprias mãos, como no famoso caso vigilante de 1984, Bernhard Goetz.

Apesar destes incidentes, a grande maioria dos sistemas de transporte público são bem vigiadas e geralmente possuem baixas taxas de criminalidade. A maioria dos operadores de sistemas de transporte público desenvolveram métodos para descorajar pessoas a usarem suas facilidades como abrigo noturno. Sistemas de transporte público bem desenvolvidas são utilizadas por pessoas de diversas classes sociais, e novos sistemas possuem um impacto positivo no valor da terra e propriedades próximas às estações. O sistema de metrô de Hong Kong arrecada parte de suas verbas através do desenvolvimento de propriedades próximas às suas estações. Muito da oposição pública a novos projetos de transporte público são por causa do impacto em bairros por causa do novo desenvolvimento econômico provocado pela inauguração destes sistemas.

Manutenção econômica

As companhias que administram o sistema de transporte público urbano quase nunca são auto-suficientes, isto é, a receita gerada pelas taxas de entrada e propaganda não são suficientes para cobrir despesas com salários de funcionários e manutenção de equipamentos. A companhia de Metrô de São Paulo, por exemplo, teve um prejuízo de aproximadamente 350 milhões de reais no ano fiscal de 2003. Na América do Norte, a companhia mais eficiente economicamente é a *Toronto Transit Commission*, de Toronto, Canadá, gerando 81% (dado de 2004) da receita necessária para auto-sustentação.

O resto da receita necessária para a manutenção do sistema de transporte público urbano precisa ser pesadamente subsidiada pelo município (ou mesmo pelo

governo), financiamento que pode custar caro aos cofres públicos da cidade e que causa frequentemente querelas públicas e aceso debate político.