

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIA E  
A MATEMÁTICA**

MICHEL CORCI BATISTA

**A UTILIZAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA:  
MODELANDO UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM**

Maringá  
2009

MICHEL CORCI BATISTA

**A UTILIZAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA:  
MODELANDO UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência e a Matemática.  
Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Polônia Altoé Fusinato  
Co-Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lilian Akemi Kato

Maringá  
2009

FOLHA DE APROVAÇÃO

MICHEL CORCI BATISTA

**A UTILIZAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA:  
MODELANDO UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e o ensino de Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática.

BANCA EXAMINADORA

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Polônia Altoé Fusinato  
PCM/Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Lilian Akemi Kato  
PCM/Universidade Estadual de Maringá

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Odete Pacubi Baieri Teixeira  
Universidade Estadual Paulista – UNESP

Prof. Dr. Marcos César Danhoni Neves  
PCM/Universidade Estadual de Maringá

Aprovada em: 31 de março de 2009.

Local da defesa: Sala 21, bloco G56, campus da Universidade Estadual de Maringá.

Dedico este trabalho

À minha mãe Sueli, ao meu pai Ariovaldo e ao meu irmão Danilo pelo incentivo, carinho e amor.

## AGRADECIMENTOS

---

Aos professores do mestrado, pela paciência, dedicação, e pela forma de conduzir nossa formação e principalmente pelo ambiente de harmonia e amizade.

Aos colegas de turma com os quais tive uma ótima convivência e troca de informações no decorrer do curso.

A professora Dr<sup>a</sup>. Polônia Altoé Fusinato e a professora Dr<sup>a</sup>. Lilian Akemi Kato por terem-me ensinado a desenvolver um trabalho científico e que me orientou com muita calma e dedicação.

A todos os meus amigos que de forma direta ou indireta me incentivaram no decorrer do trabalho.

Ao meu pai Ariovaldo Batista e minha mãe Sueli Corci Batista por terem-me dado uma ótima educação, estudo e muito amor, incentivando-me a ir em frente cada vez mais e nunca desistir frente a um obstáculo, fazendo-me acreditar em um futuro melhor.

A meu irmão Danilo Corci Batista por realizar minhas tarefas particulares, quando não tive tempo.

A Deus por ter me proporcionado a oportunidade de realizar este estudo.

Meu muito obrigado a todos.

*Nem tudo o que escrevo resulta numa realização, resulta mais numa tentativa. O que também é um prazer. Pois nem tudo eu quero pegar. Às vezes quero apenas tocar. Depois, o que toco às vezes floresce e os outros podem pegar com as duas mãos.*

**Clarice Lispector**

## **A UTILIZAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: MODELANDO UM AMBIENTE DE APRENDIZAGEM**

### **RESUMO**

Este trabalho discutiu alguns aspectos da Modelagem Matemática no ensino e aprendizagem de Ciências no ensino fundamental como ferramenta que conduz o aluno a uma aprendizagem efetiva dos conteúdos de Matemática e Física além de promover a interdisciplinaridade e contribuir para a formação sócio político dos estudantes transformando-os aptos a exercer a cidadania. Para isto o mesmo relata situações de envolvimento e aprendizagem dos personagens participantes da pesquisa - o professor-pesquisador e sua turma composta de 19 alunos da oitava série do ensino fundamental de uma escola privada do município de Maringá/Pr - em contato com atividades desenvolvidas em sala de aula e norteadas pela Modelagem Matemática. Utilizou-se a Modelagem Matemática como ambiente de ensino e de aprendizagem. Trata-se, portanto, de uma pesquisa-ação, cujo objetivo foi o de registrar, compreender e interpretar, a partir de ações dos personagens, situações de envolvimento dos estudantes com a atividade proposta. Os dados apresentados nessa investigação foram obtidos e registrados através de observações, dados documentais e questionários respondidos pelos alunos. E após sua análise concluiu-se que o ambiente de aprendizagem proporcionado pela Modelagem Matemática proporcionou aos alunos um aprendizado mais eficiente, visto que os conduziu ao estabelecimento de uma conexão entre a Física a Matemática e situações cotidianas, bem como possibilitou aos aprendizes uma reflexão sobre aspectos sociais, políticos e econômicos dos conteúdos presentes nas atividades vivenciadas.

**Palavras-chave:** Educação. Experimentação. Modelagem Matemática. Ensino Física.

## **THE UTILIZATION OF EXPERIMENTATION AT PHYSICS TEACHING: MODELING AS A LEARNING ENVIRONMENT**

### **ABSTRACT**

The present work discusses some aspects of Mathematic Modeling at teaching and learning Sciences at the Basic School as a tool for conducting the student to an effective apprenticeship on Mathematic and Physics' contents, furthermore promoting interdisciplinarity and contributing to the future citizen's critical conscience and formation. For achieving that, this work reports learning and envelopment situations of the participating characters – the researching teacher; and his team composed by nineteen 8<sup>th</sup> grade basic school students from a private school in Maringá/PR - in contact with the activities developed in class, in which the Mathematic Modeling was used as a leaning and teaching environment. Therefore, this work consists of an action research, that had as a goal registering and understanding, from the characters' actions, situations of envelopment and learning. The results shown at this investigation were registered by observation, documenting and questionnaire and after analysis, coming to the conclusion that Mathematic Modeling made possible that the students had a better apprenticeship, since it conducted them to establish a connection between Physics, Mathematic and everyday situations as well to a meditation about social, political and economical aspects from the contents focused at the activities.

**Key Words:** Education. Experimentation. Mathematic Modeling. Physics Teaching.



<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<hr/>	
<b>1. O ENSINO DO FÍSICA</b>	<b>15</b>
<hr/>	
<b>1.1 Um Panorama sobre o Ensino de Física</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Uma Reflexão sobre o Processo Ensino-Aprendizagem</b>	<b>21</b>
<b>2. MODELAGEM MATEMÁTICA</b>	<b>26</b>
<hr/>	
<b>2.1 Introdução</b>	<b>26</b>
<b>2.2 Modelagem Matemática como Estratégia de Ensino e Aprendizagem de Matemática</b>	<b>29</b>
<b>2.3 Modelagem Matemática como Estratégia de Ensino e Aprendizagem de Ciências (Física)</b>	<b>34</b>
<b>3. CONTEXTO DA PESQUISA</b>	<b>38</b>
<hr/>	
<b>3.1 Metodologia</b>	<b>38</b>
<b>3.1.1 Pesquisa Qualitativa</b>	<b>38</b>
<b>3.1.2 Pesquisa-Ação</b>	<b>39</b>
<b>3.1.3 Análise de Conteúdo</b>	<b>41</b>
<b>3.1.4 Instrumentos de Coleta de Dados</b>	<b>43</b>
<b>3.2 A Pesquisa</b>	<b>44</b>
<b>3.2.1 Objetivo do trabalho</b>	<b>44</b>
<b>3.2.2 A Coleta de Dados</b>	<b>44</b>
<b>3.2.3 A Descrição do Trabalho</b>	<b>46</b>

<b>4. ANÁLISE DO DADOS</b>	<b>57</b>
<hr/>	
<b>4.1 Uma Reflexão sobre os Dados Obtidos</b>	<b>57</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>72</b>
<hr/>	
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>74</b>
<hr/>	
<b>ANEXOS</b>	<b>77</b>
<hr/>	
<b>Anexo 1</b>	<b>78</b>
<b>Anexo 2</b>	<b>80</b>
<b>Anexo 3</b>	<b>82</b>

## INTRODUÇÃO

---

Nos dias atuais, as ciências e as tecnologias têm sido responsáveis pelo estabelecimento da “sociedade da informação”, produzindo instruções altamente especializadas e em ritmo muito acelerado. Portanto, o acesso às mesmas é dinâmico e quase sempre instantâneo.

Nesse contexto a compreensão das informações, trazidas pelos mais diversos meios de comunicação, não seja totalmente possível, por crianças e jovens, pois nem sempre estes têm estímulo e tempo para lidar com elas. Nesse contexto, o aluno fica, cada vez mais, distante da escola, principalmente quando se fragmenta o conhecimento em disciplinas e se manuseia um volume exorbitante de informações nos currículos.

A Ciência possibilita o entendimento de diversos fenômenos do mundo que nos cerca e para tanto utiliza-se de modelos representacionais para caracterizar e dar uma interpretação condizente, além de possibilitar algumas inferências.

Podemos, assim, dizer que a Ciência é uma das formas de conhecimento produzidas pelo homem, no decorrer da história, como tentativa de entender e explicar racionalmente a natureza e os fenômenos que nela acontecem, sem, no entanto ser considerada como verdade absoluta. Nesta tentativa, o homem busca formular leis e teorias que possam explicar o universo que o cerca.

Neste processo, a matemática desempenha um papel fundamental. Esta traduz o fenômeno físico numa linguagem simbólica oferecendo também uma gama de ferramentas lógicas que possibilitam sua análise. Além disso, em estudos mais avançados alguns conceitos científicos somente podem ser “visualizados” por meio de equações matemáticas. Essas representações matemáticas são, na verdade, modelos da realidade que construímos para interpretar, conhecer e agir sobre o evento. Particularmente nas Ciências Físicas este procedimento é bastante explícito e não raro, o fenômeno físico passa a ser “visualizado” por meio das equações matemáticas que o representam. Tais fatos podem ser percebidos pela dificuldade de o aluno relacionar a teoria estudada em sala de aula com a realidade a sua volta, comprometendo-se, assim, a percepção do conteúdo pelo insucesso do processo, o qual compreende uma série de analogias e inferências

necessárias à abstração das leis científica. Assim, se não é capaz de compreender a teoria, o aluno não relaciona o conhecimento científico em situações cotidianas (SERAFIM, 2001). Segundo Freire (1996), para compreender a teoria é preciso experienciá-la, portanto é ferramenta para que o aluno estabeleça a dinâmica e indissociável relação entre teoria e prática a realização de experimentos, em Ciências.

Pesquisas recentes em ensino de Ciências apontam à necessidade de que as aulas de Ciências, no Ensino Fundamental, e Física no Ensino Médio ofereçam subsídios para uma aprendizagem dos conceitos físicos. No Ensino Fundamental, as crianças têm os primeiros contatos com o aprendizado de Ciências e, particularmente, com atividades experimentais de Física. Portanto essas atividades, quando bem estruturadas, levam à formação dos primeiros subsunçores que servirão de suporte para a aquisição de novos conceitos. A esse respeito, Moreira (2006) se refere dizendo:

Em crianças pequenas, **adolescentes e até mesmo adultos**, conceitos são adquiridos, principalmente, pelo processo de formação de conceitos, o qual é um tipo de aprendizagem por descoberta, envolvendo geração e testagem de hipóteses bem como generalizações, a partir de instâncias específicas (MOREIRA, 1999, p. 21, **grifos meus**).

Entretanto, no ensino de Física a experimentação não deve ser entendida como um conjunto de objetivos e métodos constituindo um protocolo (manual) a ser seguido e que conduz a uma resposta pronta. Os Parâmetros Curriculares Nacionais alertam os professores sobre o fato de que a simples realização de atividades experimentais não significa que o aluno irá construir o conhecimento. Segundo os PCNs (1997)

As propostas para renovação do ensino de Ciências Naturais orientavam-se para um movimento chamado Escola Nova, onde as tendências deslocavam-se da questão pedagógica dos aspectos puramente lógicos para aspectos psicológicos, valorizando a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem. As atividades práticas passaram a representar importante elemento para a compreensão ativa de conceitos, mesmo que sua implementação prática tenha sido difícil, em escala nacional (BRASIL 1997, p.19).

Aliado a estas questões, o professor tem hoje o grande desafio de tornar o ensino de Ciências prazeroso e instigante, sendo capaz de criar condições para que o aluno construa sua Educação Científica. Segundo Bondia (2002) pensar é, sobretudo, dar sentido ao que somos e ao

que nos acontece. Para que o pensamento científico seja compreendido pelo educando como uma prática de seu cotidiano, é preciso que a Física esteja ao seu alcance e o conhecimento tenha sentido e possa ser utilizado na compreensão da realidade que o cerca.

A escola tem a responsabilidade de formar cidadãos conscientes, críticos e ativos na sociedade. A atual legislação brasileira para a educação orienta as escolas nesse sentido. A Lei nº 9.394/96, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), as Diretrizes de Física do Estado do Paraná e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) valoram a aprendizagem, a capacidade de construção do saber e a conscientização crítica do educando, fazendo com que os conteúdos de ensino deixem de ter importância em si mesmos.

Uma proposta para novas metodologias consiste em apontar na direção de criar novos ambientes de aprendizagem em que a participação do professor seja de orientador das atividades – e não de detentor do conhecimento – e em que os alunos tenham a liberdade de propor, desenvolver, criar, elaborar, modelar as idéias na construção dos conhecimentos, não sendo estes meros receptores de informação (GONÇALVES, 2000).

Nesse sentido, a Modelagem Matemática tem se mostrado eficiente para atender essas necessidades impostas pela sociedade atual, com visão ampliada para o futuro, proporcionando caminhos “que levam os alunos a despertar maior interesse (pela aula), ampliar o conhecimento e auxiliar na estruturação de sua maneira de pensar e agir” (BASSANEZI, 2002), além de ser uma estratégia de ensino capaz de redefinir o “papel do professor no momento em que perde o caráter de detentor e transmissor de saber para ser entendido como aquele que está na condução das atividades, numa posição de partícipe” (BARBOSA, 1999, p.7).

Na visão de Bassanezi (2002, p.17), tem-se que:

É necessário buscar estratégias alternativas de ensino-aprendizagem que facilitem sua compreensão e utilização. A Modelagem Matemática, em seus vários aspectos, é um processo que alia a teoria e prática, motiva seu usuário na procura de entendimento da realidade que o cerca e na busca de meios para agir sobre ela e transformá-la. Nesse sentido, é também um método científico que ajuda a preparar o indivíduo para assumir seu papel de cidadão (BASSANEZI, 2002, p.17).

De acordo com a citação acima, a modelagem matemática pode ser entendida como uma alternativa pedagógica. Esta alternativa pedagógica pode nortear as aulas de Ciências (Física), objetivando a participação ativa do aluno no processo de ensino-aprendizagem por meio da investigação de situações inclusive de outras áreas do conhecimento.

Podemos dizer que este trabalho tem por objetivo investigar as potencialidades da Modelagem Matemática como uma proposta metodológica para o ensino e aprendizagem de Ciências no Ensino Fundamental.

Nesta proposta a atuação do professor como mediador das atividades investigativas inclui essencialmente: lançar ou fazer emergir do grupo uma questão-problema; motivar e observar continuamente as reações dos alunos, dando orientações quando necessário; salientar aspectos que não tenham sido observados pelo grupo e que sejam importantes para o encaminhamento do problema; produzir, juntamente com os alunos, textos coletivos que sejam frutos de negociação da comunidade de sala de aula sobre os conceitos estudados e, principalmente, saber trabalhar com as concepções espontâneas trazidas pelos alunos.

Em relação às concepções espontâneas, pode-se afirmar que esta expressa o pensamento do aluno, tendo como base outro sistema de referência ou informações. Parte-se, então, da explicação do educando para o fenômeno ou problema, procurando entender a estrutura de seu pensamento para se encaminhar as estratégias posteriores. Por meio de perguntas, procura-se levar o aluno a conflitos cognitivos.

Assim podemos propor que dois sejam os alicerces pedagógicos no ensino de Ciências para uma aprendizagem significativa – (1) a contextualização do fenômeno a ser estudado; (2) a organização de um ambiente de aprendizagem norteado pela Modelagem Matemática, com a participação de professores mediadores e dos alunos. A partir dessa concepção, neste trabalho, apresentamos a Modelagem Matemática como estratégia pedagógica em aulas de Ciências objetivando a construção do conceito científico por meio da articulação entre experimentação e expressão oral/escrita, a formação de uma consciência crítica em relação à sociedade atual e a generalização e formalização de conceitos matemáticos envolvidos no experimento.

O presente trabalho está estruturado em 4 capítulos.

Inicialmente temos a introdução. Nesta é apresentado o tema e juntamente com o mesmo alguns fatores relevantes para se repensar o Ensino de Física, já no Capítulo 1 apresentamos uma caracterização do Ensino de Física, buscando explorar alguns aspectos históricos e metodológicos sobre o mesmo. Em seguida, no Capítulo 2, são apresentados alguns aspectos da Modelagem Matemática, bem como, sua utilização no processo de ensino e aprendizagem da Matemática e da Física.

No Capítulo 3 descrevemos o contexto da pesquisa explorando primeiramente os aspectos metodológicos e em seguida fazemos uma descrição detalhada do trabalho, e o capítulo seguinte (Capítulo 4) apresenta uma análise das atividades desenvolvidas e relatadas no Capítulo 3.

Em seguida apresenta as principais conclusões do trabalho realizado e sugestões de trabalhos futuros.

Finalmente são apresentados os anexos e as referências utilizadas e citadas neste trabalho.

# O ENSINO DE FÍSICA

## 1.1 UM PANORAMA SOBRE O ENSINO DE FÍSICA

Não se pode fazer uma reflexão sobre o processo ensino aprendizagem de física sem vinculá-lo ao processo histórico evolutivo da educação brasileira (Rosa e Rosa, 2005). O processo de educação no Brasil, por sua vez, vem sendo construído ao longo dos anos fortemente apoiado em questões de ordem política e o ensino de Ciências é um reflexo desta situação educacional.

Após a Segunda Guerra Mundial estabeleceu-se no Mundo a chamada Guerra Fria e a corrida espacial. Os Estados Unidos da América (EUA) foram superados pela extinta União Soviética (URSS) na corrida espacial. A URSS partiu na frente lançando o primeiro satélite artificial, em 1957, o Sputnik I, e em seguida o Sputnik II que levou o primeiro ser vivo ao espaço, a cadela Laika. Em 1961 os soviéticos promoveram o primeiro vôo tripulado com a nave Vostok I, comandada por Iuri Gagarin. A "guerra fria" colaborou não só na reorganização do sistema de defesa dos EUA, como também propiciou a ampliação de gastos com a pesquisa, inclusive militar, promovendo esforço concentrado de modernização industrial com vistas ao desenvolvimento das indústrias aeroespaciais e de comunicações e dos diversos ramos associados a elas. Essas mudanças foram acompanhadas por medidas complementares para assegurar educação e treinamento em ciência e engenharia aos futuros quadros técnicos e científicos, e estenderam-se também aos demais estudantes de níveis anteriores de escolaridade, com vistas, desde logo, a diminuir as deficiências manifestadas do ensino.

A história dos centros de ciências no Brasil tem relação com os projetos oficiais para a melhoria do ensino de Ciências. Segundo Maurício (1992), uma das possíveis soluções para a referida melhoria apontou para o estabelecimento de centros de Ciências, que poderiam atuar



como agentes capazes de fornecer elementos para a melhoria e para a renovação do ensino de ciências, além de fornecer outros caminhos de apoio aos estudantes e professores. A implantação dos centros de ciências teve a influência dos Projetos Curriculares desenvolvidos nos Estados Unidos, no final da década de 50 e início da década de 60.

Por meio de uma análise histórica verifica-se que o ensino de Física no Brasil é algo recente, e passou a ser objeto de estudo nas escolas de maneira mais efetiva a partir de 1837, com a fundação do Colégio Pedro II, no Rio de Janeiro. O ensino na época baseava-se na transmissão de informações por meio de aulas expositivas, visando à preparação para os exames que proporcionavam a continuidade dos estudos. Data-se 1934 como o ano em que foi criado o primeiro curso de graduação em Física no Brasil, junto a Faculdade de Philosophia, Sciencias e Letras da Universidade de São Paulo. Este curso tinha por objetivo formar bacharéis e licenciados em Física, sendo os últimos destinados a lecionar em escolas desde o ensino fundamental até o superior.

Somente na década de 50, a Física passa a fazer parte dos currículos desde o ensino fundamental até o médio, tendo sua obrigatoriedade ocorrida em função da intensificação do processo de industrialização no país. A este fator somou-se o incentivo dado ao ensino de Ciências nas escolas de formação básica nos anos pós-guerra (após o término da II Guerra Mundial) como forma de atrair estudantes para a formação superior nessa área do conhecimento. Este incentivo adveio do governo americano e estendeu-se por toda a América Latina, implementando um ensino caracterizado pelo domínio de conteúdos e pelo desenvolvimento de atividades experimentais, tendo como referência o modelo americano. Professores foram treinados em curso específicos visando à perpetuação do modelo conteudista experimental. Antes da Segunda Guerra Mundial, as atividades experimentais no ensino de Física eram reduzidas e a maior parte delas, centradas na demonstração por parte do professor, pois eram constituídas por arranjos experimentais sofisticados, com custos elevados. Esse período ficou conhecido como a era das Máquinas, cujo objetivo consistia na demonstração do fenômeno físico de modo a ilustrar a teoria. Entretanto, após a década de 50, a concepção acerca das atividades experimentais modificou-se, passando a privilegiar a montagem das experiências pelos alunos, ocorrendo assim, uma mudança radical na postura que estava sendo dada as aulas práticas de Física.

Na década de 60, tem início um movimento de reforma da educação brasileira, principalmente com a instituição da primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), em 1961. No ensino de Física, identifica-se esta época com os consideráveis investimentos na aquisição de materiais para aulas experimentais. Chegavam às escolas os kits de materiais didáticos, sempre acompanhados de livros que serviam de roteiros-guia para as atividades dos professores, perpetuando, desta forma, o modelo de ensino difundido nos programas.

Nesta década muitas tentativas de inovações foram feitas no intuito de consolidar a experimentação no ensino de ciências. Nas décadas de 60 e 70, surgiram grandes projetos educacionais, dentre os quais o PSSC (Physical Science Study Committee), o PEF (Projeto de Ensino de Física) e o FAI (Física Auto-Instrutiva). Ao longo das últimas décadas, grupos de estudos específicos foram criados - dentre os quais o trabalho do GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física), inúmeros cursos de atualização e reciclagem foram ministrados, vários livros e artigos foram publicados, tudo com o objetivo de possibilitar um ensino de Física mais dinâmico e atrativo, no sentido de fazer com que o professor atue em sala de aula conduzindo os alunos à compreensão de conceitos físicos.

Uma das primeiras iniciativas de pensar e efetivar um ensino de física atualizado, motivador e eficiente foi o projeto do PSSC (Physical Science Study Committee). Criado nos EUA, em 1956, sob o patrocínio da National Science Foundation (Gaspar, 1997).

O PSSC esta composto por um texto básico que sintetizava a filosofia da proposta; este texto básico considera a física não como um simples conjunto de fatos, mas sim como um processo em evolução, e por meio deste os homens se esforçam para compreender a natureza que os cercam.

Em síntese, o PSSC foi centrado, de um lado, em uma nova proposta curricular de física, e de outro, no entendimento de que o aluno só poderia aprender ciência por si, a partir da atividade experimental.

Segundo Gaspar (1997) o PSSC não obteve resultados satisfatórios nem nos EUA nem nos outros países em que foi aplicado; pois a aplicação do projeto foi muito restrita, acontecendo

em poucas escolas e por conta disso poucos professores tiveram a oportunidade de conhecer a proposta e colocá-la em prática. Alguns, embora conhecessem o projeto não se animaram a aplicá-lo, principalmente pela dificuldade de utilização do material experimental entregue às escolas, com muitos *kits* incompletos, sem identificação adequada ou qualquer instrução auxiliar além daquela do próprio texto. Sem contar que o currículo proposto, estava completamente fora da nossa realidade educacional e para o qual certamente a grande maioria dos professores não estava preparada.

Muitos devem ter sido os motivos para o insucesso dessa proposta em outros países, mas o principal deles originou-se de sua maior virtude: a crença de que somente a “experimentação” faria o aluno compreender a teoria, muitas vezes levando o mesmo a redescobrir as leis científicas. O projeto como um todo dava muita importância ao papel único e exclusivo da experimentação o que por sua vez pode ter levado a proposta ao fracasso.

Essa proposta tornou-se um marco no ensino de física em todo mundo e desencadeou um saudável movimento de renovação educacional em ciências com o surgimento de outros projetos semelhantes, como o Projeto Harvard (Harvard Project Physics) lançado em 1975. O Projeto, além do livro texto, era composto de uma grande variedade de recursos didáticos. Apresentava pontos comuns com o PSSC. No entanto pautava-se num enfoque humanista, e por meio desse enfoque se distinguiu do PSSC.

Surge no Brasil, em meados dos anos 70 uma corrida para a modernidade, para o desenvolvimento, passando-se a ver na educação, em especial no ensino de Ciências, um elemento fundamental para se alcançar tal sucesso.

Neste período um dos projetos mais importantes foi o PEF (Projeto de Ensino de Física), este era composto de um texto básico, apresentado em quatro conjuntos de fascículos acompanhados de um material experimental muito simples, de baixo custo, e de guias do professor, foi destinado ao ensino de 2º grau. Esse projeto foi planejado e elaborado pela equipe técnica do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP). Essa iniciativa do Instituto de Física da USP se deu em parceria com o MEC e com duas de suas instituições na época, a FENAME (Fundação Nacional do Material Escolar) e o PREMEN (Programa de Expansão e Melhoria do Ensino) (Rosa e Rosa, 2005).

A parte experimental do PEF é integrada no curso, logo a experimentação no ensino de física não é encarada por esse projeto como um apêndice, mas sim como uma atividade relevante para o processo de ensino aprendizagem.

Mas, assim como o PSSC, o Harvard, o PEF também não obteve sucesso, devido a ineficiente distribuição do material, a qualidade do material experimental e a dificuldade de obtenção dos guias do professor.

Segundo Gaspar (1997):

a causa principal do insucesso do PEF foi a mesma já atribuída ao PSSC: a superestimação da capacidade do material instrucional na promoção da aprendizagem ancorada basicamente na experimentação (GASPAR,1997, p.4).

Nesse período, a educação no Brasil passa por algumas mudanças, ela agora tem suas atenções voltadas para o trabalho, com isso o ensino secundário passa a ser preparatório para o trabalho e se torna obrigatório para todos os cidadãos, independente de classe social. Este tipo de ensino segundo Rosa e Rosa (2005) tinha como objetivo claro, encaminhar os alunos para o mercado de trabalho mais rapidamente, consolidando assim na prática a visão americana da educação como fonte para o progresso econômico do país. Por esse motivo, o ensino de Ciências nas escolas sofreu, um período de adaptação ao ensino profissionalizante.

Diante desse contexto de educação profissional surge com grande expectativa o projeto, Física Auto Instrutivo, denominado FAI, este projeto foi pensado e elaborado por um grupo de professores do Instituto de Física da USP, e era composto na totalidade por cinco textos de instrução programada que contemplavam praticamente todo o conteúdo do currículo do ensino secundário.

Segundo Gaspar (1997) a instrução programada respeitava o ritmo individual de compreensão do aluno e a condição para passar a um novo tópico é o domínio do conteúdo do tópico anterior.

A aplicação da instrução programada no Brasil teve curta duração, pois o MEC acaba por proibir a publicação de livros descartáveis e como todos os textos de instrução programada tinham de ser descartável, essa proibição inviabiliza a continuidade da proposta.

Na década de 80, surge o Grupo de Reelaboração do Ensino de Física-GREF, um grupo de professores da Rede Estadual Pública de São Paulo coordenados pelo Instituto de Física da USP, elaborou uma proposta de ensino de Física que propõe uma abordagem dos conteúdos escolares a partir das contribuições dos alunos, começando “... cada assunto da Física pelo desenvolvimento de uma temática e de uma linguagem, comum ao professor e ao seu aluno, contidas no universo de vivência de ambos, e que só o transcenda à medida que se amplie a área comum de compreensão e domínio” (GREF, 1991, p.170). Nessa proposta, a Física é apresentada aos estudantes como um instrumento de melhor compreensão e atuação da realidade. O GREF, além de cursos de formação e assessoria aos professores, produziu uma coleção de três volumes, dirigida aos professores e apresentando os conteúdos a partir de elementos vivenciais dos estudantes. Além disso, produziu as leituras em física - disponível em: [www.if.usp.br/gref](http://www.if.usp.br/gref) - para os estudantes de Ensino Médio.

Essa proposta foi difundida e muitos professores tiveram acesso a ela, porém vários foram os motivos que deixaram os professores relutantes em trabalhar dentro desta proposta, dentre eles a carga horária reduzida da disciplina de física na escola média, a estrutura física dos laboratórios de física, e que esse tipo de aula trás muito trabalho ao professor.

Por esse motivo temos hoje, início do século XXI, professores de física completamente arraigados ao modelo de ensino tradicional, o mesmo exercido há cem anos atrás, um ensino voltado para a transmissão de conteúdo por meio de aulas expositivas e de resolução até a exaustão de exercícios algébricos.

## 1.2 UMA REFLEXÃO SOBRE O PROCESSO ENSINO APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS

O modelo de ensino tradicional é ainda amplamente utilizado por muitos educadores nas nossas escolas de Ensino Fundamental e Médio. Tal modelo de educação trata o conhecimento como um conjunto de informações que são simplesmente transmitidas pelos professores para os alunos, não resultando em um “aprendizado efetivo”. Os alunos têm o papel de ouvintes e, na maioria das vezes, os conhecimentos transmitidos pelos professores não são realmente assimilados por eles, são apenas memorizados por um curto período de tempo, e, geralmente, esquecidos posteriormente.

Corroborando com a idéia de CARVALHO (1999), entende-se que é necessário oferecer ao aluno um ensino que vise formar um cidadão o qual estará apto a viver em meio à sociedade, interagindo com o ambiente que está inserido. Assim, os conteúdos escolares devem apresentar questões diversas relacionadas a fatos econômicos, sociais e ambientais onde o aluno entenderá que existe uma relação entre a Física e as outras áreas, e que a mesma não está compartimentalizada, mas sim emerge de todas as áreas do conhecimento.

Para que este ensino aconteça, alguns autores, como Gaspar (2003) e Araújo (2003), sugerem a utilização de atividades experimentais, com a finalidade de buscar o estímulo no aluno e favorecer sua aprendizagem sendo, portanto, considerados como uma ferramenta capaz de auxiliar na compreensão de conceitos, princípios e leis da Física.

No entanto, pode-se dizer que a parte prática (experimental) no ensino de Ciências deixa a desejar. Segundo Danhoni (2000), no ensino de física experimental é prática comum utilizar instrumentos de medidas para obter descrições quantitativas dos fenômenos estudados.

Neste tipo de atividade, no entanto, frequentemente a atividade dos estudantes é aquela da passividade, uma vez que estes recebem informações que acabam resultando vazias de significados (DANHONI 2000, p. 59).

A escola tem a responsabilidade de formar cidadãos conscientes, críticos e ativos na sociedade. A atual legislação brasileira para educação orienta as escolas nesse sentido. A Lei nº 9.394/96, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN)s, e as diretrizes de Física do Estado do Paraná valoram a aprendizagem, a capacidade de construção do saber e crítica do educando, fazendo com que os conteúdos de ensino deixem de ter importância em si mesmos (Mello 2000).

Em todas essas propostas percebe-se um apelo para a utilização de recursos que dinamizem o processo de ensino e aprendizagem, dentre eles podemos ressaltar a experimentação, pois essa pode proporcionar aos professores uma diminuição das aulas expositivas, onde a única estratégia de aprendizagem são as resoluções de exercícios numéricos.

Mas não se pode passar despercebido para o fato de que existe inúmeras maneiras de se trabalhar com a atividade experimental, então cabe ao professor a seleção da metodologia experimental mais adequada à aprendizagem pretendida, pois diferentes modalidades de experimentação privilegiam diferentes objetivos educacionais (Neves, Caballero E Moreira, 2006).

Nos *Parâmetros Curriculares Nacionais* (BRASIL, 1997, p.123), uma proposta governamental no Brasil, e a primeira com abrangência nacional, pode-se ler:

Os desafios para experimentar ampliam-se quando se solicita aos alunos que construam o experimento. As exigências quanto à atuação do professor, nesse caso, são maiores que nas situações precedentes: discute com os alunos a definição do problema, conversa com a classe sobre materiais necessários e como atuar para testar as suposições levantadas, os modos de coletar e relacionar os resultados (BRASIL, 1997, p.123).

Nessa direção, a atuação do professor como orientador das atividades experimentais inclui: lançar ou fazer emergir do grupo uma questão-problema; observar continuamente as reações dos alunos, dando orientações quando necessário; chamar atenção para aspectos que não tenham sido observados pelo grupo e que sejam importantes para o encaminhamento do problema;

As diretrizes do Estado do Paraná sugerem que professores e estudantes compartilhem significativamente na busca da aprendizagem obtida pela interação entre as novas informações e o conhecimento prévio do sujeito e, simultaneamente, adicionam, diferenciam, integram, modificam e enriquecem o saber já existente, inclusive com a possibilidade de substituí-lo.

A atividade experimental visa levar os alunos a compreensão dos conceitos físicos e dar significado à aprendizagem da Ciência, constituindo-se como uma verdadeira atividade teórico-experimental.

Segundo Neves, Cabalero e Moreira (2006), o trabalho experimental é uma componente fundamental no ensino de Ciências, reconhecido por modelos ou tendências de ensino mais representativos, apesar de estes lhe atribuírem ênfases e objetivos diferentes.

De acordo com Manacorda (2001) há mais de trezentos anos, John Locke (1632-1704) apontou a necessidade do uso de atividades práticas pelos estudantes. O reconhecimento da importância das atividades práticas na educação das crianças também pode ser encontrado em Rousseau (1712-1778), Pestalozzi (1746-1827), Montessori (1870-1952), Dewey (1859-1952), e outros. As atividades práticas são vistas por estes sob diferentes enfoques, ora tomadas como suportes para o desenvolvimento dos conhecimentos da criança, ora tomadas como indutoras de conhecimentos existentes.

O filósofo John Dewey, tornou-se um dos maiores pedagogos americanos, contribuindo intensamente para a divulgação dos princípios do que se chamou de Escola Nova. Para Dewey, o conhecimento é uma atividade dirigida que não tem um fim em si mesmo, mas está dirigido para a experiência. As idéias são hipóteses de ação e são verdadeiras quando funcionam como orientadoras dessa ação.

A educação tem como finalidade propiciar à criança condições para que resolva por si própria os seus problemas, e não as tradicionais idéias de formar a criança de acordo com modelos prévios, ou mesmo orientá-la para um porvir.



Como citado por Manacorda (2001), vemos a importância dada à experiência direta com os materiais como princípio educativo e como facilitador do acesso aos conhecimentos produzidos pela Ciência.

O que mais importa, pedagogicamente, é aquele contato ativo com uma grande quantidade de materiais que oferece o modo de atingir todos os recursos da ciência e, antes disso, chegar à compreensão da sociedade (MANACORDA, 2001, p.318)

Em 1932 no Brasil, com o *Manifesto dos Pioneiros*, que introduzem as propostas escolanovistas, é reforçada a necessidade de maior liberdade dos alunos em sala de aula e a participação ativa, apontando para o uso das atividades práticas e da observação direta dos fenômenos em ciências, como condição para um bom ensino, necessário diante do processo de industrialização pelo qual passava o país.

Segundo Neves et al:

Os alunos necessitam manipular objetos e organismos de forma a construir um corpo de experiências pessoais. Se o aluno é encorajado a explorar e testar suas idéias, então o trabalho experimental poderá ter um papel a desempenhar. Mas esse papel só será importante quando as atividades são suportadas por uma teoria bem compreendida pelo aluno (NEVES, CABALLERO E MOREIRA, 2006, p. 383).

Na verdade, a experimentação no ensino de Física está envolvida na formação e desenvolvimento de conceitos científicos. Há que se considerar também que o processo de aprendizagem dos conhecimentos científicos é bastante complexo e envolve múltiplas dimensões, exigindo que o trabalho investigativo do aluno assuma, então, varias formas que possibilitem o desencadeamento de distintas ações, tais como: manipulação de materiais, questionamento, direito ao manuseio e a realização do experimento quantas vezes for necessário, observação, expressão e comunicação, verificação das hipóteses levantadas, ou seja, tornar o aluno participativo.

Apresentamos a Modelagem Matemática como uma estratégia que relaciona a atividade de experimentação e o processo de aprendizagem dos conhecimentos científicos envolvidos, de forma a atribuir significados às expressões matemáticas que representam fenômenos físicos, além das discussões sócio críticas decorrentes.

Para que esse processo ocorra com sucesso se faz necessário um ambiente de aprendizagem propício. Muitas vezes o termo ambiente de aprendizagem é confundido com o espaço físico onde ocorrem práticas educativas. Propõe-se então uma visão mais geral, abarcando o conjunto formado entre os sujeitos, objetos e recursos que interagem no processo de ensino e aprendizagem. Um exemplo de ambiente de aprendizagem é o ambiente de aprendizagem proposto pela Modelagem Matemática, que é um ambiente planejado, ou organizado, para que os alunos possam participar ativamente de situações problema por meio da matemática. Nesse ambiente, o professor tem um papel fundamental, que vai desde a preparação, organização e sistematização da aprendizagem, até no direcionamento ou orientação do processo de aprendizagem.

No decorrer desse trabalho apresentaremos uma proposta metodológica que se constitui em um ambiente de aprendizagem, descrito pela Modelagem Matemática, diferente do tradicional, no qual o aluno interage ativamente com o professor e com os colegas de classe, tornando-se parte do processo Ensino-Aprendizagem.

# MODELAGEM MATEMÁTICA

## 2.1 INTRODUÇÃO

A Modelagem Matemática teve sua origem na década de 70, onde era utilizada em disciplinas como Matemática Aplicada, na UNICAMP, Campinas – SP e na PUC, no Rio de Janeiro. A mesma era utilizada com o intuito de colaborar com o Ensino Superior, pois os alunos saíam dos cursos de engenharia apenas com bagagem teórica, mas sem saber trabalhar com uma situação real. Desse modo a Modelagem Matemática era utilizada para solucionar problemas não matemáticos provindos de outras áreas do conhecimento, principalmente na Engenharia.

Mas foi nos anos 80 que a Modelagem Matemática ganhou força através dos professores da UNICAMP Ubiratan D’Ambrósio e Rodney Carlos Bassanezi, que ministravam aulas e orientavam trabalhos no programa de pós-Graduação em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro.

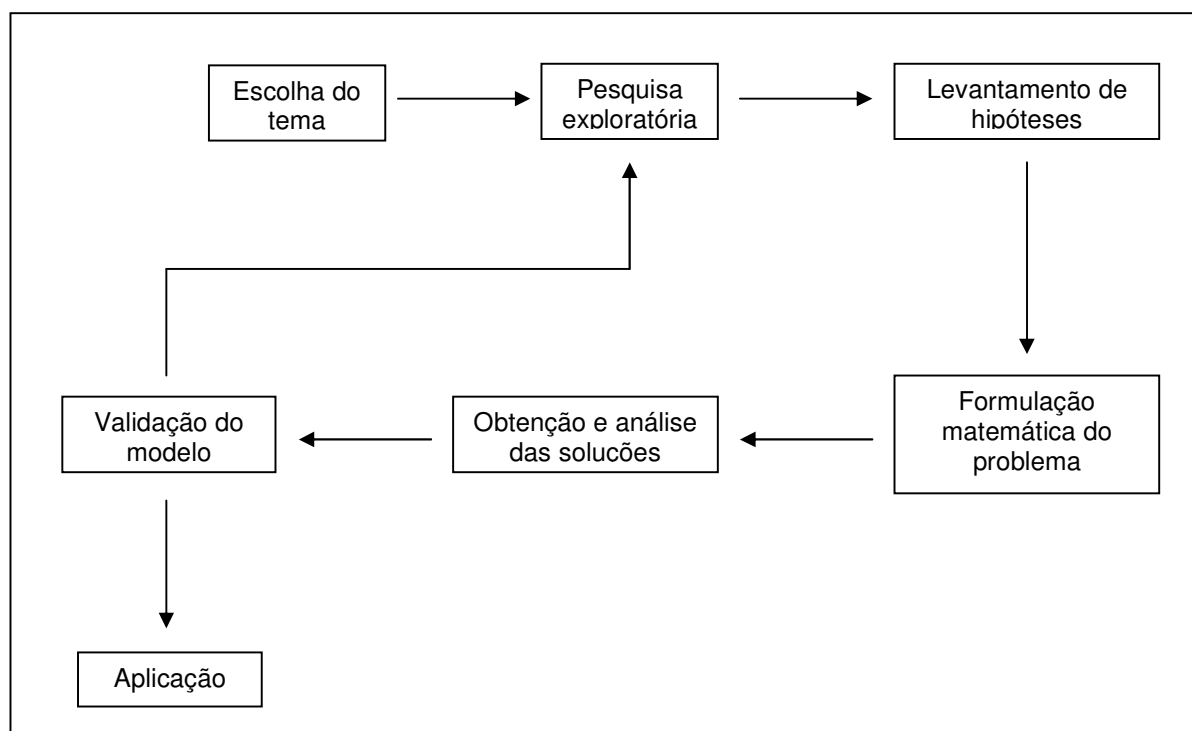
Segundo Bassanezi (2002, p.16), a Modelagem Matemática “consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e explicá-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”.

Já para Monteiro (1991) apoud Malheiros (2004) a Modelagem Matemática deve ser encarada como um caminho para o ensino e aprendizagem da Matemática, referindo-se a observações da realidade do aluno e, a partir de seus questionamentos se defronta com problemas que devem modificar tanto a sua ação, como sua forma de observar tal mundo.

Diante das definições trazidas acima para Modelagem Matemática, pode-se entender que a mesma é o processo pelo qual o modelador chega a um modelo matemático capaz de resolver por meio de sua solução um problema oriundo de qualquer área do conhecimento.

A obtenção desse modelo requer que algumas etapas da Modelagem Matemática sejam seguidas, essas etapas são descritas por Bassanezi (2002):

- Experimentação – Obtenção dos dados;
- Abstração – seleção de variáveis, formulação do problema teórico e suas hipóteses;
- Resolução – solução analítica ou numérica;
- Validação – aceitação ou não;
- Modificação – se necessário;
- Aplicação.



**Diagrama 1: Esquema didático das etapas de modelagem matemática para sala de aula, segundo a visão de Bassanezi (2002).**

- Escolha do tema: Nesta etapa o professor propõe um problema com origem na vida real, de qualquer área do conhecimento, ou os alunos sugerem o tema. Este tema não precisa ter ligação com a matemática, precisa apenas ser do interesse da turma.
- Pesquisa exploratória: Com o tema a ser pesquisado já escolhido, encaminha-se os alunos à obtenção dos dados, para esta etapa os participantes devem procurar materiais que possam trazer contribuições ao entendimento do tema. O trabalho de obtenção dos dados pode ter caráter bibliográfico ou contemplar uma pesquisa de campo.
- Levantamento de hipóteses: Após a pesquisa exploratória concluída, e os dados levantados pelos alunos, incentiva-se os mesmos a levantarem hipóteses sobre tudo o que foi pesquisado e suas possíveis relações com a matemática, e com isso formular problemas sobre o tema pesquisado.
- Formulação matemática do problema: Após os dados obtidos e as hipóteses levantadas os alunos tentam sistematizar os dados obtidos para elaborar um modelo matemático simples, e tentar explicar o fenômeno em estudo (nesse caso não partimos do modelo matemática para explicar o fenômeno mas sim tentamos entender o fenômeno e em seguida, encontrar um modelo matemático para explicá-lo).

- **Obtenção e análise das soluções:** Nesta etapa testa-se o modelo encontrado, utilizando as variáveis do problema. Aqui muitas vezes as soluções encontradas não são corretas ou aplicáveis na prática, mas as soluções físicas trazidas para o problema exigem muito raciocínio e significado por parte dos alunos e isso faz com que os mesmos possam participar ativamente da sociedade em que vivem.
- **Validação do modelo:** Se, após testado o modelo percebe-se que ele traz como resultado um valor bem aproximado do que se espera pode-se dizer que esse modelo é “bom” e com isso utilizá-lo em diversas aplicações sobre o tema envolvido. Caso o modelo matemático encontrado não satisfaça as necessidades do problema, o aluno volta a etapa da pesquisa exploratória para encontrar novos dados que se façam importantes para o estudo do problema.

O processo pelo qual o aluno passa para encontrar o modelo Matemático pode ser entendido como uma estratégia para ensinar Matemática, e o interesse do aluno pode ser motivado com as dificuldades ao resolver problemas oriundos do dia a dia e pelo desejo dos estudantes em aprender determinado conceito, fazendo-os tomar decisões diante de alguns fatos estudados.

## **2.2. MODELAGEM MATEMÁTICA COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA**

Segundo Araújo e Barbosa (2002) o processo, de se fazer um ensino mais relevante e útil para o aluno pode ser proporcionado pela Modelagem Matemática, pois afirmam que é pela modelagem dos fenômenos naturais, humanos e sociais que a matemática exerce seu poder na sociedade.

Para Skovsmose (2000) é perfeitamente possível se fazer um ensino mais relevante, mas para isso é necessário que o aluno esteja inserido em um ambiente pedagógico, propício, no qual devem ocorrer três tipos de conhecimentos relacionados ao processo de modelagem matemática:

- O conhecimento matemático em si;
- O conhecimento tecnológico, que se refere ao como construir e usar um modelo matemático;
- O conhecimento reflexivo, que se refere à natureza dos modelos e os critérios usados em sua construção, aplicação e avaliação (Skovsmose, 2000);

Ainda para Skovsmose (2000), o conhecimento reflexivo, ou seja, aquele onde se analisa e se discute todos os passos da atividade desde os critérios usados na elaboração do modelo até sua aplicação e principalmente as implicações que estas causam, além de ser essencial para que a modelagem matemática seja crítica é uma condição para que a Educação Matemática seja crítica e conseqüentemente para a formação de um aluno crítico.

No âmbito do ensino e da aprendizagem pode-se dizer que a utilização da Modelagem Matemática como estratégia de ensino no Ensino Fundamental é muito recente e utilizada na maioria das vezes no ensino de matemática.

Assim, os autores que atuam dentro desse movimento proporcionado pela Educação Matemática sugerem diferentes perspectivas de Modelagem Matemática, mas todas tendo como finalidade o desenvolvimento da capacidade de aprendizagem (Burak, 1987), com o intuito de formar um aluno crítico e participativo.

Essas perspectivas segundo Kaiser e Sriraman (2006) podem ser classificadas como:

**Perspectiva Pragmática:** está centrada em objetivos utilitários ou pragmáticos, a capacidade dos alunos em aplicar a matemática para resolver problemas práticos.

**Perspectiva Científico-humanística:** está orientada para a matemática como ciência e ideais humanísticos da educação, com ênfase na capacidade dos alunos para criar relações entre a matemática e a realidade.

O atual debate sobre a Modelagem em Educação Matemática sugere um sistema de classificação para apresentar diferentes abordagens de Modelagem Matemática. Esta classificação busca diferenciar as perspectivas citadas acima de acordo com seus objetivos centrais de Modelagem:

- **Perspectiva Realística:** Possui objetivo pragmático ou utilitarista, busca a promoção de competências da Modelagem. As situações-problema são autênticas e retiradas da indústria ou da ciência, propiciando aos alunos o desenvolvimento das habilidades de resolução de problemas aplicados;
- **Perspectiva Epistemológica:** As situações-problema são estruturadas para gerarem o desenvolvimento da teoria matemática, e está relacionada com a perspectiva científico - humanística;
- **Perspectiva Educacional:** Esta vinculada a perspectiva científico – humanística e pode ser subdividida em duas, ambas com cunho pedagógico.
- **Perspectiva Didática:** esta propõe a estruturação de um processo de aprendizagem e sua promoção.
- **Perspectiva Conceitual:** propõe-se a integrar situações-problema autênticos com o desenvolvimento da teoria matemática;



- **Perspectiva Contextual:** as situações são devotadas à construção da teoria matemática, mas sustentadas nos estudos psicológicos sobre sua aprendizagem.

Além da Perspectiva Pragmática e da Perspectiva científico-humanística juntamente com suas abordagens, surge uma terceira corrente denominada como **Perspectiva Emancipatória**, nessa pode-se destacar a discussão, a qual é uma das vias para o desenvolvimento sócio-crítico de tentativas de ensino da matemática.

- **Perspectiva sócio-crítica:** Possui objetivos pedagógicos, como a crítica ao entendimento envolvente do mundo. Nesta as situações devem propiciar a análise da natureza dos modelos matemáticos e seu papel na sociedade.

Assim, cada autor organiza e conduz suas atividades de Modelagem Matemática dentro de uma determinada perspectiva visando atingir seus objetivos.

Neste trabalho a Modelagem Matemática será utilizada como uma estratégia de ensino e aprendizagem na Educação Básica. Assim a perspectiva de Modelagem Matemática adotada será a da Perspectiva Educacional, pois esta, além de colaborar na estruturação de um processo de ensino aprendizagem onde os alunos possam questionar e discutir sobre o assunto, propõe ainda que o aluno desenvolva a teoria matemática utilizada na atividade.

O desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática pelo aluno proporcionará a ele o entendimento de cada variável ou de cada termo utilizado no modelo, que por sua vez representará uma situação física.

Desta forma o modelo passa a ter significado para o aluno, deixando de existir apenas como uma fórmula que ele utiliza para resolver problemas tipo. E o resultado obtido com esse

modelo permite ao educando tirar conclusões sobre o evento ou fenômeno em estudo, o que é desejável dentro do Ensino de Ciências.

Portanto a Modelagem Matemática pode ser entendida como uma estratégia de ensino e aprendizagem, que vem somar no ensino, pois proporciona ao professor situações de aprendizagem que se difere do ensino tradicional, nas quais o aluno interage ativamente com outros alunos da classe, pois uma grande parte das atividades é realizada em grupos, e interagem ativamente com o professor, que valoriza os conhecimentos já trazidos pelos alunos, e com isso estes alunos se sentem mais motivados a participar e desenvolver as atividades designadas pelo professor. Porém a essência da Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem é a investigação e a elaboração de hipóteses por parte do aluno, o que a torna diferente de outras metodologias de ensino.

A Modelagem Matemática pode assumir abordagens diferentes de acordo com alguns autores. Para Barbosa (2003), trata-se de uma oportunidade de os alunos participarem ativamente (indagando e investigando) de situações por meio da matemática sem procedimentos estabelecidos previamente, com isso a aula não se faz monótona cheia de rituais que sempre se repetem.

Skovsmose (2000) define a idéia de ambiente de aprendizagem: *A expressão ambiente de aprendizagem é utilizada para referir-se às condições em que os estudantes são levados a desenvolver determinadas atividades.*

Barbosa (2004, p. 4), corroborando com a definição dada por Skovsmose (2000), propõem a seguinte definição:

O ambiente de Modelagem está associado à problematização e investigação. O primeiro refere-se ao ato de perguntas e/ou problemas enquanto que o segundo, à busca, seleção, organização e manipulação de informações e reflexão sobre elas. Ambas atividades não são separadas, mas articuladas no processo de envolvimento dos alunos para abordar a atividade proposta. Nela, podem-se levantar questões e realizar investigações que atingem o âmbito do conhecimento reflexivo.

Nesta abordagem, a Modelagem Matemática é considerada como um ambiente de aprendizagem e, seguindo esta concepção e considerando a realidade heterogênea de estudantes numa sala de aula, tem-se que nem todos os alunos irão se envolver com as tarefas propostas pelo professor, logo o ambiente criado pelo docente serve como um convite para a turma, e o envolvimento da mesma acontece na medida em que seu interesse convergir para o convite, ou seja, quando a atividade proposta fizer sentido para eles.

Logo, com a utilização da Modelagem Matemática o professor pode propor um ambiente em que o aluno esteja diretamente envolvido com atividades de investigação, e para lidar com estas atividades os estudantes devem desenvolver algumas habilidades específicas, tais como:

- Manipulação de objetos;
- Tomada de dados;
- Levantamento de hipóteses;
- Interpretação de fenômenos.

Isso faz com que os alunos se interessem cada vez mais pelas aulas e pelas atividades desenvolvidas nas mesmas.

Diversos autores, como Barbosa (2001), Bassanezi (2002), Borba (1997), Skovsmose (2000), apontam inúmeros argumentos para a utilização da Modelagem Matemática como estratégia para promover a interdisciplinaridade e a construção de conceitos matemáticos, por meio de modelos matemáticos. Logo acreditamos ser possível utilizar-se da Modelagem Matemática para ensinar Ciências.

### **2.3. MODELAGEM MATEMÁTICA COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS (FÍSICA).**

Diante do baixo rendimento escolar e de todas as adversidades encontradas no ensino de ciências, se faz necessário pensar uma estratégia para dinamizar o processo ensino aprendizagem.

Dessa forma é interessante pensar em uma proposta de ensino aprendizagem mais dinâmica que do tradicional, uma proposta na qual o aluno tenha liberdade para participar, opinando, criando, sentindo-se parte integrante do processo educacional.

Dentro dessa visão de ensino muito se tem feito, muitos recursos didáticos vem sendo propostos há algum tempo, como é o caso da experimentação, do uso de jogos, o uso de softwares, o uso de vídeos, entre outros. Muitos desses recursos não têm surtido efeito significativo que se esperava, onde os alunos participariam ativamente de seu aprendizado, algumas vezes pela inviabilidade do próprio recurso, ou da instituição de ensino ou da má formação docente, outras vezes essa inviabilidade é fruto da orientação metodológica escolhida para se trabalhar com tal recurso, ou seja, o problema não esta no que utilizar, mas sim no como utilizar tal recurso.

Em nossa investigação utilizamos a experimentação como um recurso didático, aliada a estratégia de ensino proposta pela Modelagem Matemática. Objetivando levar os alunos ao aprendizado dos conceitos físicos envolvidos em determinados fenômenos, fazendo com que os mesmos passem a interpretar o fenômeno por meio da linguagem matemática e que essa faça sentido para ele.

É sabido que os modelos matemáticos são utilizados na Física como uma linguagem capaz de explicar os fenômenos físicos percebidos pelo homem.

No entanto seja no Ensino Fundamental ou no Ensino Médio, esses modelos matemáticos não tem sentido ou significado físico para o aluno, ou seja, o aluno não compreende o significado e a relação existente entre as variáveis e as grandezas mostradas pelo modelo. Com isso, esse modelo que tanto representa o fenômeno físico passa a ser visto como uma fórmula (toda vez que tiver esse dado aplico essa fórmula), isso faz com que o aluno apenas treine a fórmula, mas não o leva a um aprendizado do conceito físico envolvido.

É no intuito de minimizar a matematização do fenômeno físico que a Modelagem Matemática pode contribuir para o ensino de Ciências

Se levarmos em consideração que o problema proposto é da área de Física, o aluno estará o tempo todo envolvido com os conceitos físicos, com a linguagem matemática que adveio do processo de Modelagem Matemática, porém essa linguagem agora deixa de ser uma mera fórmula composta de símbolos e utilizada para treinar a resolução de um determinado tipo de exercício, e passa a ter um sentido real, pois o aluno é capaz de utilizar a mesma para interpretar o fenômeno.

Com isso pode-se dizer que a estratégia pedagógica conhecida como Modelagem Matemática quando utilizada para ensinar Ciências pode estimular os alunos a investigarem problemas oriundos do cotidiano, possibilitando assim um melhor relacionamento entre aluno-aluno e professor-aluno, fazendo ainda com que este se pré - disponha a participar das atividades propostas pelo docente, fator importante visto que o aprendizado começa a partir do momento que aluno se envolve.

As publicações referentes às atividades práticas nas aulas de Ciências, particularmente no que se refere aos conteúdos de Física, não dão ênfase à modelagem como uma ferramenta que oferece uma gama de possibilidades para o ensino e aprendizagem no ensino fundamental e médio, embora existam muitos trabalhos que se valem desta ferramenta.

A utilização da Modelagem Matemática no ensino de Ciências (Física) favorece a desmistificação de que a mesma é uma disciplina difícil onde se devem decorar fórmulas para serem utilizadas em problemas nos quais é possível extrair os dados necessários, sem a menor preocupação quanto à sua compreensão. Aqui se espera que essas tais “fórmulas” passem a ter um significado para o aluno na medida em que estas são construídas por meio de relações e significados advindos do experimento realizado e/ou das discussões subseqüentes.

Considerando o modelo como “um conjunto de equações que representam um sistema real por meio de suas características essenciais (BASSANEZI, 2002)” apresenta-se o modelo matemático como uma maneira especial de representação que se utiliza de objetos matemáticos para caracterizar a ocorrência dos eventos. Nesse sentido uma das utilidades dessa forma de

representação é a possibilidade de fazer previsões ou de observar outros elementos do fenômeno que não são tão facilmente detectáveis na prática.

A importância desta ferramenta no ensino de Ciências vai além da simples aplicação da matemática em situações do cotidiano, a mesma oferece, tanto ao professor quanto ao aluno, inúmeras possibilidades para interpretação do evento e os possíveis mecanismos de ação com suas respectivas conseqüências.

A promoção de um ambiente de aprendizagem no qual “os alunos são convidados a participar (BARBOSA, 2002)”, privilegia uma das características mais importantes numa atividade de modelagem no ensino, que é a participação efetiva do aluno no processo de ensino e aprendizagem por meio de contribuições que direta ou indiretamente influenciam no encaminhamento da atividade tornando-o co-responsável pelos resultados, uma vez que é oportunizado a construção de várias representações de um mesmo evento na busca da compreensão do fenômeno.

No entanto, esse processo de construção pessoal do conhecimento não deve estar desconectado das interações sociais inerentes (VEIT E TEODORO, 2002), portanto este ambiente de aprendizagem oferece inúmeras oportunidades para a discussão e conscientização das questões sócio-econômicas envolvidas.

No ensino de ciências, principalmente o de Física, é dada uma grande ênfase na Matemática como sendo a linguagem das Ciências, entretanto em uma visão mais aberta para incluir a autêntica pesquisa em Ciência, começa-se a perceber que a Matemática não é o sistema de linguagem exclusivo do campo científico. Ao contrário, as linguagens falada e escrita são os sistemas simbólicos mais frequentemente utilizados para construir, descrever e apresentar os processos e argumentos científicos. Para fazer Ciência, para falar Ciência, para ler e escrever Ciência é necessário combinar de muitas maneiras o discurso verbal, as expressões matemáticas, as representações gráficas. Essas habilidades e competências também devem ser desenvolvidas no ensino de ciências.

## CAPÍTULO 3

---

### CONTEXTO DA PESQUISA

#### 3.1 METODOLOGIA

##### 3.1.1 PESQUISA QUALITATIVA

Considerando que numa pesquisa a escolha do método a ser utilizado depende essencialmente das questões que se pretende responder e das condições nas quais o fenômeno ocorre, uma das etapas mais relevantes do trabalho consiste na opção que entendemos ser a mais adequada para sua análise.

Neste trabalho a forma como abordaremos os dados será descrita pela Pesquisa Qualitativa considerando que há uma inter-relação entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números, apenas a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados por parte do pesquisador sobre as ações do sujeito são consideradas nesse processo, o mesmo não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas.

Uma dúvida que é levantada sobre a investigação qualitativa é relativa à análise dos dados obtidos, de maneira que se proceda rigorosamente. Sabe-se que o rigor, a neutralidade e a objetividade caminham juntos e sustentam a razão na Ciência Moderna, principalmente na Física. O modelo de pesquisa seguido por esta área de estudo mostrou-se bem sucedido de tal maneira que passou a ser perseguido por outras áreas de pesquisa durante várias décadas. Assim, o rigor foi entendido como exatidão, sem um exame mais próximo dos possíveis significados que essa palavra traz. Esta exatidão foi associada à quantificação e aos cálculos que a partir dela podiam ser realizados. Diferentemente a esta perspectiva, o rigor na pesquisa qualitativa que se procura aqui, se exprime no cuidado com a busca pelo entrevistado ou pelo trabalho com os dados coletados. Não é um cuidado subjetivo, mas sim um cuidado que procura a constante cautela do

pesquisador para agir de forma lúcida, ponderando cada passo da trajetória da investigação, buscando clareza das escolhas e dos significados destas escolhas.

O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave para o estabelecimento desse ambiente. Nesse caso a pesquisa pode ser considerada descritiva, pois visa descrever as características de determinada população ou fenômeno utilizando para isso, técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática, com isso os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais nesse tipo de abordagem.

Para Oliveira (2002, p. 117):

As pesquisas que utilizam da abordagem qualitativa possuem a facilidade de poder descrever a complexidade de uma determinada hipótese ou problema, analisar a interação de certas variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos experimentados por grupos sociais, apresentar contribuições no processo de mudança, criação ou formação de opiniões de determinado grupo e permitir, em maior grau de profundidade, a interpretação das particularidades dos comportamentos ou atitudes dos indivíduos (OLIVEIRA, 2002, p. 117).

### **3.1.2 PESQUISA-AÇÃO**

O procedimento metodológico utilizado para coletar os dados foi do tipo pesquisa - ação, esta por sua vez pode ser definida como uma intervenção em pequena escala no mundo real e um exame muito de perto dos efeitos dessa intervenção. Podemos dizer ainda que em nossos estudos, a pesquisa ação é situacional, pois está preocupada com o diagnóstico do problema em um determinado contexto específico para tentar resolvê-lo nesse contexto.

O modelo de referência avaliativo desse método consiste em adicionar mais conhecimento sobre o fenômeno com que o participante lida no seu dia a dia.

A pesquisa ação é apropriada sempre que um conhecimento específico seja necessário para um problema específico em uma situação específica. Nesta pesquisa pode-se dizer que a pesquisa ação está também sendo utilizada como método de ensino, quando tentamos substituir



um método tradicional por um método progressista, e como estratégia de aprendizagem uma vez que o envolvimento e a atuação do pesquisador têm papel relevante no desenrolar de cada uma das atividades propostas, influenciando significativamente no ambiente de aprendizagem que se cria e conseqüentemente na forma de ação dos participantes, com abordagem qualitativa por trabalhar com o pensamento do aluno, analisando as respostas e atitudes em sua complexidade (D'AMBRÓSIO, 2004, apud BORBA, 2004). [...] *o pesquisador se torna parte da situação observada, interagindo [...] com os sujeitos, buscando partilhar o seu cotidiano para sentir o que significa estar naquela situação.* (GEWANDSZNADEJER, p. 165-166)

Nas últimas referências bibliográficas, desde a década de setenta, um autor de citação quase obrigatória no Brasil sobre pesquisa ação é Michel Thiollent. Deste autor encontramos a base conceitual para este trabalho, entre as diversas definições a pesquisa-ação para Thiollent (2004), é um tipo de pesquisa social com base empírica. É concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de problemas de ordem coletiva. Os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema a ser resolvido, estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. O autor afirma que a linha de pesquisa-ação tende a ser utilizada em diversas áreas de conhecimento: educação, comunicação, organização, serviço social, entre outras.

No entanto, a utilização da pesquisa-ação como proposta metodológica não é consenso entre os pesquisadores. Provavelmente pelo fato de que na pesquisa convencional, o pesquisador deve ter subjetividade distanciada da realidade estudada. Não deve se misturar com o objeto estudado, sob pena de macular os resultados e o ideal de cientificidade da objetividade e da neutralidade.

Para Haguete (1999, p.109) esta modalidade de pesquisa recusa a idéia de distanciamento do sujeito e do objeto pesquisado, o que remete à necessidade de inserção do pesquisador no meio, como também da participação efetiva da população pesquisada no processo de geração do conhecimento, concebida como um processo de educação coletiva.

### 3.1.3 ANÁLISE DE CONTEÚDO

O procedimento metodológico utilizado para analisar os dados obtidos nessa pesquisa foi “Análise de Conteúdo”. A maior parte das análises clássicas de conteúdo são descrições numéricas de algumas características do corpo do texto, considerável atenção está sendo dada aos “tipos”, “qualidades” e “distinções” no texto, antes que qualquer quantificação seja feita.

A análise de conteúdo trabalha tradicionalmente com materiais textuais escritos. Há dois tipos de textos:

- textos que são construídos no processo de pesquisa, tais como transcrições de entrevista e protocolos de observação;
- textos que já foram produzidos para outra finalidade quaisquer, como jornais ou memorandos de corporações.

Na análise de conteúdo o ponto de partida é a mensagem, mas deve ser considerado as condições contextuais de seus produtores e assenta-se na concepção crítica e dinâmica da linguagem (PUGLISI; FRANCO, 2005, p. 13). Deve ser considerado, não apenas a semântica da língua, mas também a interpretação do sentido que um indivíduo atribui às mensagens. A análise do conteúdo, em suas primeiras utilizações, assemelha-se muito ao processo de categorização e tabulação de respostas a questões abertas. Criada inicialmente como uma técnica de pesquisa com vistas a uma descrição objetiva, sistemática e quantitativa de comunicações em jornais, revistas, filmes, emissoras de rádio e televisão, hoje é cada vez mais empregada para análise de material qualitativo obtido através de entrevistas de pesquisa (MACHADO, 1991, p. 53). MINAYO (2003, p. 74) enfatiza que a análise de conteúdo visa verificar hipóteses e ou descobrir o que está por trás de cada conteúdo manifesto.

A análise de conteúdo é considerada uma técnica para o tratamento de dados que visa identificar o que está sendo dito a respeito de determinado tema (Vergara, 2005, p. 15). Bardin (1977, P. 42) conceitua a análise de conteúdo como um conjunto de técnicas de análise das

comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

A finalidade da análise de conteúdo é produzir inferência, trabalhando com vestígios e índices postos em evidência por procedimentos mais ou menos complexos (PUGLISI; FRANCO, 2005, p. 25).

Esse método permite trabalhar com grandes quantidades de dados além de fazer o uso principalmente de dados brutos que ocorrem naturalmente. Possui também um conjunto de procedimentos maduros e bem documentados e o pesquisador caminha através da seleção, criação de unidades e categorização de dados brutos.

A análise e a interpretação dos conteúdos obtidos enquadram-se na condição dos passos (ou processos) a serem seguidos. Pode-se dizer que para o efetivo “caminhar neste processo”, a contextualização deve ser considerada como um dos principais requisitos, e, mesmo, “o pano de fundo” no sentido de garantir a relevância dos resultados a serem divulgados e, de preferência, socializados (PUGLISI; FRANCO, 2005, p. 24)”.

Segundo Almeida (2008), a análise de conteúdo se organiza em torno de três pólos:

1. a pré-análise;
2. a exploração do material;
3. o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

A primeira, é a fase da organização do trabalho. Descrição dos objetivos, e escolha dos tipos de documentos que serão analisados posteriormente.

A segunda, é feita após a pré-análise estar concluída.

Essa fase consiste essencialmente de operações de codificação, desconto ou enumeração, em função das regras previamente formuladas. (ALMEIDA, 2008,p.30).

A terceira fase é aquela em que se trata os dados de maneira fiel e significativa para que o produto final seja válido.

### 3.1.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Para se dominar os aspectos técnicos da concepção, da formulação e da codificação dos dados foi aplicado um questionário composto de duas partes; ambas com questões abertas, a primeira com questões de cunho sócio-cultural que os participantes puderam responder livremente, emitindo as suas opiniões sobre energia elétrica e seus custos e também sobre o uso racional de energia elétrica, este questionário por sua vez pretendia verificar qual a concepção do aluno sobre o tema abordado e possibilitar em seguida uma comparação com a produção de texto inicial dos educandos, e a segunda parte com questões envolvendo o mesmo conceito matemático estudado nas aulas de Física durante a pesquisa, esse com o objetivo de verificar se os alunos conseguiram aplicar o conceito de função afim, estudado nas aulas de Ciências em situações cotidianas.

Considerando que na pesquisa-ação o questionário não é suficiente (THIOLLENT 2004, p.65), foi usado também o **diário de campo**.

O diário aqui teve o objetivo de registrar as observações a respeito dos participantes durante o processo da pesquisa. Pretendeu-se com ele registrar as reações dos alunos, verbais ou não, às ações pedagógicas, este possibilitou ao professor registrar principalmente os questionamentos dos alunos e as hipóteses levantadas por eles sobre o tema abordado durante a pesquisa.

Também foi coletado para análise de dados uma tarefa escrita sobre a fatura de energia elétrica, nesta os alunos colocaram o que consideraram importante na descrição da fatura seguido de suas impressões pessoais sobre a mesma.

## **3.2 A PESQUISA**

### **3.2.1. OBJETIVO DO TRABALHO**

Este trabalho tem por objetivo investigar as potencialidades da Modelagem Matemática como uma proposta metodológica para o ensino e aprendizagem de Ciências (Física) no Ensino Fundamental. Entendemos que o mesmo será útil para professores, pois apresenta uma nova abordagem para as aulas de Ciências a fim de proporcionar ao professor condições de:

- i. Estimular os alunos para que se sintam mais envolvidos e empolgados com o estudo de Física, já que vislumbrariam a aplicabilidade do que estudam na escola;
- ii. Promover a expressão oral e escrita do aluno e de seu conhecimento de forma oral (em curtas exposições para os colegas) e escrita, por meio de produção de textos.
- iii. Conduzir o aluno à aplicação dos conteúdos de Matemática, previamente conhecidos, em diversas situações, o que é desejável para moverem-se no dia-dia e no mundo do trabalho;
- iv. Desenvolver habilidades gerais de exploração e investigação, tais como: manuseio de objetos, leitura de textos da área em estudo e questionamento de informações trazidas em vídeos e telejornais;
- v. Apresentar a Modelagem Matemática como uma estratégia que aliada às atividades experimentais nas aulas de Ciências promove a atribuição de significados aos conceitos e elementos da Física.

### **3.2.2 A COLETA DOS DADOS**

É importante iniciar este tópico dizendo que o pesquisador por possuir formação em Física e experiência profissional, no Ensino Médio e Superior, pretendeu realizar uma pesquisa com uma turma que estivesse tendo contato com a Física pela primeira vez, logo recorreu a uma turma de Ensino Fundamental.

No entanto o professor pesquisador, tinha apenas uma turma de 8ª série, na escola onde lecionava, então preparou a atividade de Modelagem Matemática e fez o convite para a turma durante uma aula experimental de eletricidade, tema este que ainda seria trabalhado no material didático dos alunos. Podemos afirmar que a atividade experimental, foi o elemento gerador de um ambiente propício à aprendizagem, já que os estudantes se envolveram fortemente com a atividade.

Os dados para realização de nossa pesquisa foram coletados no 2º semestre de 2008, e contou com a participação de um professor de Física (que nesse caso é o próprio pesquisador), bem como com 19 alunos, sendo 4 meninas e 15 meninos, da 8ª série do Ensino Fundamental de uma instituição da rede privada de ensino da cidade de Maringá/Pr. Devemos ressaltar que a instituição escolhida oferece uma educação pautada nos moldes tradicionais de ensino.

A intervenção no colégio realizou-se no período de 01/09/08 a 29/09/08, perfazendo um total de 18 aulas de 45 minutos cada. É importante enfatizar que duas das aulas de Ciências da semana aconteciam na sexta feira no último período da tarde, das 16h35min às 18h05min. Como o pesquisador também era o professor da turma, foi possível verificar que esta sala era composta por alunos com pouca familiaridade com o conteúdo e pouco empenhados com relação às tarefas propostas para casa, que possuíam notas baixa em quase todas as disciplinas, principalmente em matemática, dentre a turma, porém havia alguns alunos muito empenhados, que levavam o estudo a sério, estes tinham notas e comportamentos exemplares em todas as disciplinas. Nesta mesma turma citamos ainda alguns integrantes que assistiam às aulas, faziam as tarefas de casa propostas pelos educadores, mas não tinham bom rendimento escolar em algumas disciplinas, como Português e Matemática.

De maneira geral os alunos chegavam à sexta feira para a aula de Ciências cansados, depois de uma longa jornada de estudos durante a semana, e era fácil perceber que: **todos aguardavam ansiosos o final de semana**, e com isso alguns se distraíam facilmente da explicação.

Devemos lembrar também que a classe era composta por um número reduzido de alunos (19), se comparada com as classes normais da escola, que comportam em torno de 35 a 40 alunos e que por opção de todos estudavam no período vespertino, outro fator importante a ser dito, é

que todos os alunos se conheciam muito bem desde as séries anteriores do Ensino Fundamental e com isso não tinham receio e vergonha de participar. Assim o professor pesquisador propôs que todas as tarefas propostas durante a atividade de Modelagem Matemática fossem realizadas em grupos de quatro integrantes, logo pela quantidade total de alunos, um grupo ficaria com apenas três elementos. O docente então sugere a divisão dos grupos por meio de um sorteio, o qual é bem aceito por todos da turma. Então o professor escreve em pedaços de papel números de 1 a 5, em seguida dobra cada papel com o número, mistura todos eles e pede que cada aluno retire um papel, os alunos que retirassem o mesmo número integrariam o mesmo grupo, em pouco tempo os grupos estavam formados.

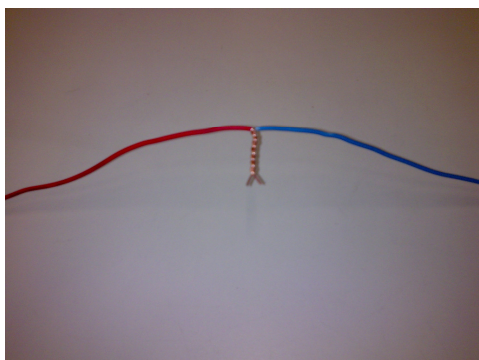
### **3.2.3 A DESCRIÇÃO DO TRABALHO**

Neste trabalho utilizamos alguns princípios da pesquisa qualitativa como referencial teórico para o planejamento e análise das atividades, principalmente no que se refere às questões da reflexividade dos envolvidos na pesquisa uma vez que os resultados obtidos estão diretamente relacionados com as subjetividades e as ações do pesquisador e dos estudantes.

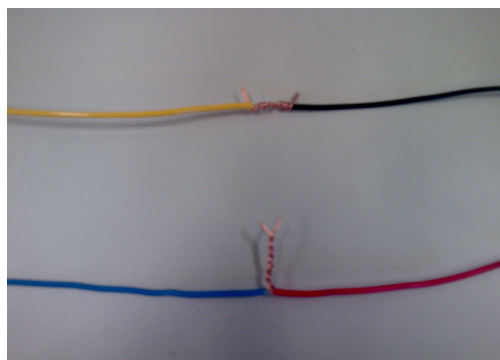
Visto que a instituição de ensino, que serviu de campo de pesquisa para o presente trabalho, tem uma política educacional tradicional cujos aspectos incluem o cumprimento do material didático na data prevista, o professor como fonte determinante do saber e os alunos rasos esperando para aprender, optou-se por esta metodologia de ensino nas aulas de Ciências (Física) objetivando promover maior interesse e participação dos alunos além de fazerem uso do laboratório de Física como um ambiente gerador de indagações e respostas.

Na escola foi realizado inicialmente uma atividade experimental, com uma turma da oitava série do ensino fundamental, (esta era composta por 19 alunos sendo 15 meninos e 4 meninas) nas aulas de Ciências, que constituiu-se em fazer emendas em fios rígidos e fios flexíveis, utilizando corretamente as ferramentas (alicate de corte e universal) e a fita isolante no momento de dar o acabamento na emenda. A atividade experimental nesse trabalho foi o elemento essencial para a motivação da turma e principalmente para o estabelecimento de um ambiente propício à aprendizagem, nesse caso o ambiente proporcionado pela Modelagem

Matemática. As figuras 1 e 2, mostram as emendas feitas pelos alunos durante a atividade experimental.

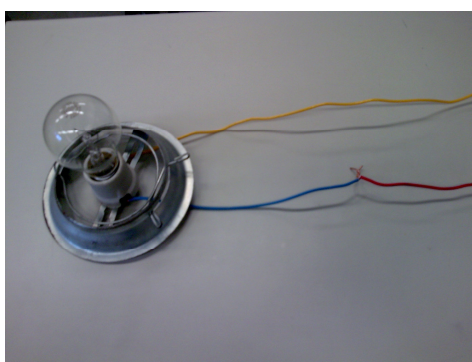


**Figura 1**

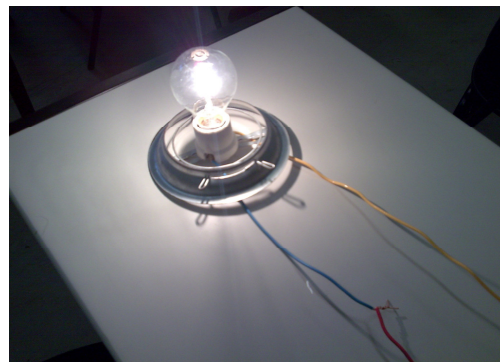


**Figura 2**

Em seguida os alunos utilizaram o fio que continha a emenda para ligar uma lâmpada incandescente, conforme apresentada nas figuras 3 e 4.



**Figura 3**



**Figura 4**

Após a lâmpada acesa os alunos tiveram a oportunidade de utilizar dois termômetros e verificar que a temperatura no local da emenda foi maior que no restante do fio.

Essas atividades conduziram os estudantes a diversos questionamentos e indagações relacionados ao tema eletricidade, como por exemplo, se era por isso que a emenda do chuveiro derretia e o fio ficava escuro, ou, se pelo fato da temperatura ser maior gasta-se mais (este gasto para eles está nesse momento relacionado a dinheiro).



Então para aproveitar o ambiente de participação estabelecido pelos alunos e para desenvolver todo o conteúdo de energia elétrica de forma a envolver os estudantes no processo de Ensino-Aprendizagem, o professor prepara cinco tarefas que juntas compõem a atividade de Modelagem Matemática.

Tarefa 1	Os alunos devem fazer uma entrevista com um profissional da área de eletricidade;
Tarefa 2	Cada estudante deve fazer uma produção de texto sobre o tema energia elétrica;
Tarefa 3	Os educandos devem fazer uma pesquisa sobre as mudanças no mundo após o surgimento da eletricidade;
Tarefa 4	Todos os alunos são convidados a fazer um estudo sobre a fatura de energia elétrica;
Tarefa 5	Os estudantes devem explorar um simulador de consumo de energia elétrica, disponibilizado no site da COPEL;

De posse de todas as tarefas, ainda dentro do laboratório o professor lança para a turma o seguinte questionamento:

**“Qual a importância ou influência de uma emenda nos fios elétricos em uma residência?”**

Nesse momento os alunos até tentam, mas não conseguem formular uma resposta coerente para a questão. Então surge a primeira tarefa de pesquisa (tarefa 1), os alunos deveriam entrevistar um profissional da área de eletricidade em busca da resposta à pergunta feita.

Na aula seguinte todos os alunos tinham uma resposta, e junto com ela uma história para contar sobre a pessoa entrevistada. As respostas convergiam para um ponto comum, porém cada uma com o entendimento e com o vocabulário próprio de cada aluno, então o professor anota todas as respostas no quadro e em seguida pede que a turma diante de todas as respostas formule apenas uma, que servira de ponto de partida para os estudos futuros sobre o tema eletricidade.

A resposta formulada foi a seguinte:

**“O desperdício de energia por super aquecimento dos fios, está diretamente relacionado ao quanto se paga no final do mês.”**

Esta conexão fortaleceu ainda mais a idéia de se utilizar a modelagem matemática como estratégia norteadora para a condução do processo de construção de diversos conceitos relacionados ao tema, uma vez que esta discussão promoveu a criação de um ambiente de aprendizagem no qual todos os estudantes estavam motivados a participar.

Ao decidir utilizar a modelagem empregou-se a abordagem de um ambiente de aprendizagem que pode contribuir para um ensino contextualizado e interdisciplinar, em que problemas oriundos da realidade são transformados em problemas matemáticos (BARBOSA 2002). As soluções são estabelecidas com o auxílio de conteúdos específicos da série e nível de ensino ou mesmo com a busca de conhecimentos mais aprofundados, que levam o aluno a construir novos patamares para a aprendizagem.

Diante desse contexto, o professor responsável pela turma propõe uma segunda tarefa (tarefa 2), uma produção de texto sobre o tema eletricidade, para verificar quais as concepções iniciais dos alunos em relação ao tema. As respostas obtidas não surpreenderam, pois os mesmos associaram energia elétrica apenas ao conforto gerado por ela. [...] *O conforto e o entretenimento que a energia elétrica trás para as pessoas, faz com que seja difícil se afastar da mesma (aluno 6).*


Diante do envolvimento da turma com a produção de texto, o professor separa os alunos em grupos e passa uma nova tarefa, que será denominada de tarefa 3, os cinco grupos devem pesquisar sobre as mudanças no mundo após o surgimento da eletricidade, seguindo a proposta feita pelo professor:

- Pesquisa sobre as profissões que já não existem mais devido ao aparecimento da energia elétrica.
- Pesquisa sobre alguns materiais modernos, que em alguns casos substituiriam a energia elétrica (ex.: fibra óptica).

Então os alunos de cada grupo se dividem, alguns vão explorar a biblioteca e outros vão ao laboratório de informática, mas todos eles se envolvem totalmente na atividade.

Motivado com as respostas e com os questionamentos trazidos até então pelos estudantes, o docente propõe uma 4ª tarefa (tarefa 4) utilizando uma fatura de energia elétrica, figura 5, objetivando a possibilidade de cada aluno compreender o que se paga na fatura de energia elétrica, para isso cada educando leva para a sala de aula a fatura de energia elétrica referente à sua residência.

**ATENÇÃO**  
Os valores apresentados nesta fatura são de natureza representativa e não devem ser utilizados como parâmetro para comparações.



**COPEL**  
Copel Distribuições S.A.  
Rua José Ildoro Blazetto, 158 - Curitiba - PR - CEP 81200-240  
CNPJ 00.000.000/0001-00 - Inscrição Estadual 00.000.000-00  
www.copel.com

(ligações gratuitas)  
Atendimento COPEL  
**0800 51 00 116**

Número de identificação  
**1.111.111-1**

Valor a pagar (R\$)  
**138,00**

Ouvidoria COPEL  
(Em dias úteis das 9h00 às 18h00)  
0800 647 0606

Vencimento  
**12/08/2008**

Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL  
144 - Ligação Gratuita de telefones fixos e celulares

Tarifada na origem para telefones celulares

Responsável pela unidade consumidora  
Local / Rota / Conta  
Endereço e Cidade

CPF: 000000000000000000 Código de faturamento: 0.0.00.0.00

**NOTA FISCAL CONTA DE ENERGIA ELETRICA N. 000.000.000 SERIE B**

**AVISO DE VENCIMENTO**  
ESTA FATURA SERA DEBITADA EM SUA CONTA CORRENTE BANCARIA NA DATA DO VENCIMENTO, NO VALOR DE R\$ 138,00  
BANCO: 0765 BANCO xxx  
AGENCIA: 0758 xxx - xx  
QUITACAO CONDICIONADA AO LANCAMENTO DO EXTRATO.

SEQ PRODUTOS E SERVIÇOS DA COPEL	Valores em R\$
001 IMPORTE DE CONSUMO DE 330 KWH.....	128,00
002 CONT ILUMIN PUBLICA MUNICIPIO.....	10,00
<b>VALOR TOTAL.....</b>	<b>138,00</b>

**JANEIRO/2008**

LEITURA EM 25/06/2008.....	72097
LEITURA EM 25/07/2008.....	71787
CONSTANTE DE MULTIPLICACAO.....	1
CONSUMO FATURADO (KWH).....	330
CONSUMO MEDIO DIARIO.....	11
DATA APRESENTACAO.....	02/08/2008
DATA PREVISTA PROXIMA LEITURA.....	25/08/2008

**ATIVIDADE RESIDENCIAL**  
NÚMERO DO MEDIDOR - MONOFASICO.....00910403512

RESERVADO AO FISCO  
255F.88B2.B4D0.AE47.8E38.DDF2.CDF4.0A42

DEMONSTRATIVO DE ICMS	ALÍQUOTA	BASE DE CÁLCULO	VALOR
ICMS	27,00%	128	34,56

HISTÓRICO DE CONSUMO E PAGAMENTO -04/01/2008

Mês	CONSUMO	VALOR	DATA PGTO
DEZ/2007	314	50,08	18/12/2007
NOV/2007	342	54,55	18/11/2007
OUT/2007	375	59,81	18/10/2007
SET/2007	325	51,84	18/09/2007
AGO/2007	327	52,16	18/08/2007
JUL/2007	324	52,27	18/07/2007
JUN/2007	324	52,48	18/06/2007
MAI/2007	364	58,96	18/05/2007
ABR/2007	337	58,96	18/04/2007
MAR/2007	378	54,59	18/03/2007
FEV/2007	378	61,23	18/02/2007
JAN/2007	316	61,23	18/01/2007

DEMONSTRATIVO DE TARIFAS				Composição dos Valores da Fatura em R\$	
Consumo	X	Tarifa	=	128,00	
330	kWh x	0,38790	=		
				128,00	128,00

Demonstrativo dos índices de qualidade da Copel	
Conjunto: 250 - SAO MATEUS DO SUL	
DIC (mês 11/2007)	4:56 Horas
FIC (mês 11/2007)	1,00 Interrupções
DMIC (mês 11/2007)	0:00 Horas
DIC (Limite mensal)	36:00 Horas
FIC (Limite mensal)	25:00 Interrupções
DMIC (Limite mensal)	18:00 Horas
Tensão Contratada	127 Volts
Lim Faixa Adeq Tensão	116-133 Volts

INCLUSO EM SUA FATURA A ALIQUOTA DE 5,80%, REFERENTE AO PIS-PASEP E CONFINS CONFORME LEGISLAÇÃO ESPECIFICA. PAGUE EM DIA, EVITE MULTA DE 2%.

REAJUSTE TARIFARIO MEDIO DE 2% AUTORIZADO PELA RES. ANEEL 663 DE 23/06/2008.

AVISO DE VENCIMENTO			
Em nossos registros, consta(m) como pendente(s) fatura(s) discriminada(s) ao lado. O não pagamento, em até 15 dias do recebimento desta, sujeita sua unidade consumidora ao corte do fornecimento de energia. Se não possuir a fatura original, favor solicitar segunda via pelo Atendimento Telefônico ou pelo site <a href="http://www.copel.com">www.copel.com</a> . Caso esse débito já esteja pago, favor desconsiderar esta mensagem.			
IMPORTANTE: Existem outros débitos, além dos discriminados ao lado.			


  

Mês/ano	Data Vencimento	Valor
06/2008	24/06/2008	57,00
05/2008	06/07/2008	47,80

IPTE: Controle: 000 000 000 000

Identificação Local	DU	Rota	Conta	Mês	Obs	Vencimento	Valor a Pagar (R\$)
1.111.111-1	00000	01	000	01/2008		18/01/2008	DEBITO EM C/C

AVISO DE VENCIMENTO  
NAO SERVE PARA QUITACAO

Figura 5 – Fatura de energia elétrica

Este trabalho com a fatura se constitui de dois momentos:

**Primeiro Momento:** A leitura da fatura de energia elétrica, cujo objetivo é identificar as concepções dos alunos sobre os impostos pagos, bem como estabelecer, após a leitura, discussões sobre o caráter social dos impostos.

**Segundo Momento:** Um estudo mais detalhado sobre o consumo de energia elétrica, levando-se em consideração:

- Valor pago de consumo de energia elétrica;
- Valor pago de impostos;
- Tarifa mínima cobrada pela prestadora de serviços;
- Horário de verão.

Na fatura de energia elétrica (do Estado do Paraná) existe um campo, intitulado *histórico de consumo e pagamento*, neste vem a descrição dos 12 últimos meses de consumo.

Esse demonstrativo permitiu aos alunos a construção de uma tabela e posteriormente um gráfico de barras, cujas variáveis eram: valor pago x consumo. Após a interpretação dos dados obtidos na tabela e transcritos no gráfico, os alunos chegaram à conclusão de que quanto maior o consumo de energia, maior o valor pago pela fatura. Em seguida os alunos trabalharam com o demonstrativo de tarifas, que com o mesmo é possível verificarem de acordo com o consumo o quanto se paga de energia. No entanto quando o consumo do mês era multiplicado pela tarifa, de acordo com o sugerido pela própria fatura:

$$\text{Valor pago} = \text{consumo} \times \text{tarifa} \quad (1)$$

o valor encontrado não convergia para o valor a pagar da fatura, então os alunos levantaram a hipótese de que um outro valor estava sendo cobrado a mais do que o valor encontrado.

O professor então pede para que os alunos anotem suas hipóteses sobre essa diferença de valores encontrada na fatura, pois elas serão todas discutidas na aula seguinte, após a próxima tarefa.

Com a tarefa 4 concluída, os alunos passam para uma nova etapa (tarefa 5), o professor propõe que os mesmos se dirijam ao laboratório de informática e explorem no site da copel o **simulador de consumo de energia elétrica**, figuras 6 e 7. Neste o aluno escolhe o cômodo de sua residência, em seguida seleciona os aparelhos que tem em sua casa, no cômodo escolhido, definindo depois as características e tempo de uso de cada aparelho, e por fim simulam o consumo e o valor pago por mês pelos aparelhos pelo conjunto de aparelhos que estão no respectivo cômodo.



Figura 6 – Simulador de consumo de energia elétrica

Fonte: [www.copel.com](http://www.copel.com)



Figura 7 – Simulador de consumo de energia elétrica

Fonte: [www.copel.com](http://www.copel.com)

Esta 5ª tarefa tinha por objetivo conscientizar o aluno sobre o consumo dos aparelhos elétricos em cada cômodo específico de sua residência.

Ao final de várias simulações, os alunos perceberam outro fator importante, que o consumo dependia exclusivamente de dois fatores: a potência do aparelho e do tempo que o aparelho permanece em uso.

Em seguida o trabalho foi direcionado para uma discussão, entre os alunos e o professor, que possibilitou aos mesmos uma interpretação dos valores dos impostos descritos na fatura de energia elétrica, permitiu ainda que os estudantes confirmassem suas hipóteses sobre a diferença de valor encontrado com a utilização do modelo encontrado anteriormente. E com isso foi possível a construção de um novo modelo matemático para expressar a conta de energia elétrica em função do consumo:

$$\text{Valor pago} = \text{valor fixo} + \text{tarifa} \cdot \text{consumo} \quad (2)$$

O valor fixo (em reais) corresponde ao impostos cobrados pela prestadora de serviços (copel), a tarifa está descrita na fatura e vale R\$ 0,3872 por KW.h, e o consumo também vem descrito na fatura e está relacionado a potência dos aparelhos e o tempo que os mesmos permanecem em funcionamento.

$$\text{R\$} = \text{R\$} + \frac{\text{R\$}}{\text{KW.h}} \cdot \text{KW.h}$$

Então o modelo encontrado pode ser representado por:

$$\text{Valor pago} = \text{valor fixo} + 0,3872 \times \text{consumo} \quad (3)$$

As tarefas 4 e 5 permitiram aos alunos a construção de um novo modelo matemático para justificar o quanto se paga de energia elétrica, agora levando em consideração os impostos cobrados e descritos na fatura. Estas tarefas permitiram ainda que os estudantes deixassem de

olhar para o modelo descrito acima, apenas como uma fórmula composta por vários símbolos, fez com que eles entendessem o significado de cada símbolo utilizado, ou seja, este modelo agora passou a fazer sentido para eles. Esse trabalho permitiu ainda uma conscientização política acerca das tarifas cobradas na geração e na transmissão de energia elétrica, e principalmente da tarifa de iluminação pública cobrada pela prefeitura do município. Assim podemos perceber no depoimento de um aluno: [...] *A cobrança de energia elétrica é muito injusta pois pagamos mais de impostos do que gastamos de energia, sendo que nossos impostos não são aproveitados para coisas úteis (aluno 17).*

O modelo encontrado pelos estudantes no decorrer da atividade de Modelagem Matemática, é descrito matematicamente como uma função do 1º grau, essa por sua vez estabelece uma correspondência entre duas variáveis. O estudo de função decorre da necessidade de analisar fenômenos e descrever regularidades, o conceito de uma **função** é uma generalização da noção comum de "fórmula matemática". Quando duas variáveis  $x$  e  $y$  são tais que a cada valor de  $x$  corresponde um único valor determinado de  $y$ , segundo uma lei qualquer, dizemos que  $y$  é função de  $x$ .

Devemos ter em mente que o termo função é mais abrangente e complexo do que a definição dada acima, pois esse tópico usado de forma sistemática em exatas e no seu cotidiano é de suma importância para o meio social, pois várias relações de mercado e capital, engenharia, economia, saúde, transportes, indústrias, artes, energia, enfim tudo isso depende de uma análise clara e objetiva da funcionalidade de um modelo.

Por esse motivo o professor-pesquisador dispõe de duas aulas para generalizar o conceito de função com os estudantes, pois é importante que eles utilizem esta correspondência entre variáveis não só na aula de Ciências (Física) para resolver o problema de consumo de energia elétrica, mas sim em todas as situações cotidianas que exigirem tal raciocínio.

Ainda dentro dessa perspectiva de envolvimento da turma com as tarefas propostas, o docente propõe que alunos respondam um questionário, composto de duas partes a primeira com questões de cunho sócio cultural, agora com intuito de verificar qual a visão do aluno sobre o tema energia elétrica e poder comparar com sua visão inicial, e a segunda parte é composta por



questões de matemática envolvendo o conceito de função do 1º grau, ou seja, o mesmo conceito que os alunos verificaram na física por meio da atividade de modelagem matemática.

Algumas respostas com relação ao questionário sócio cultural chamaram atenção:

[...] não significa por que você está pagando, que irá utilizar energia quando não necessário, mas daí é de cada pessoa tomar consciência de que pode estar prejudicando de alguma forma o meio ambiente e tomar alguma atitude para melhorar (aluno 2).

[...] além de pagar menos na conta de luz, iremos preservar o meio ambiente (aluno 8).

[...] é muito importante economizar energia, primeiro por que gastamos menos e também por que gastando menos, precisa-se de uma produção menor de energia, evitando o gasto excessivo do governo e a poluição pelas usinas geradoras (aluno 5).

Percebe-se nesse momento que os alunos além de associar energia elétrica com conforto e bem estar também enfatizaram a importância de economizar energia e buscar outras fontes de energia.

## CAPÍTULO 4

---

### ANÁLISE DOS DADOS

#### 4.1 UMA REFLEXÃO SOBRE OS DADOS OBTIDOS

Durante a intervenção na escola, foi utilizado o diário de campo, no qual era registrado todas as atividades e o comportamento dos alunos em cada uma das tarefas, desde o conteúdo abordado até a maneira como conduzia as atividades, bem como as minhas impressões no desenvolvimento de cada tarefa, ou seja, de certa forma durante o processo de coleta de dados já estava acontecendo a análise dos dados.

Percebeu-se no início do trabalho com os alunos, que eles tinham certa repulsão pela disciplina de Física, mesmo sem ter tido contato com a disciplina. Repulsão essa que começa a diminuir quando se fala em aula prática, só pelo fato da aula acontecer no laboratório os educandos já ficaram eufóricos, cheios de expectativas com aula. Logo podemos entender a atividade experimental como algo atrativo para as aulas de Ciências.

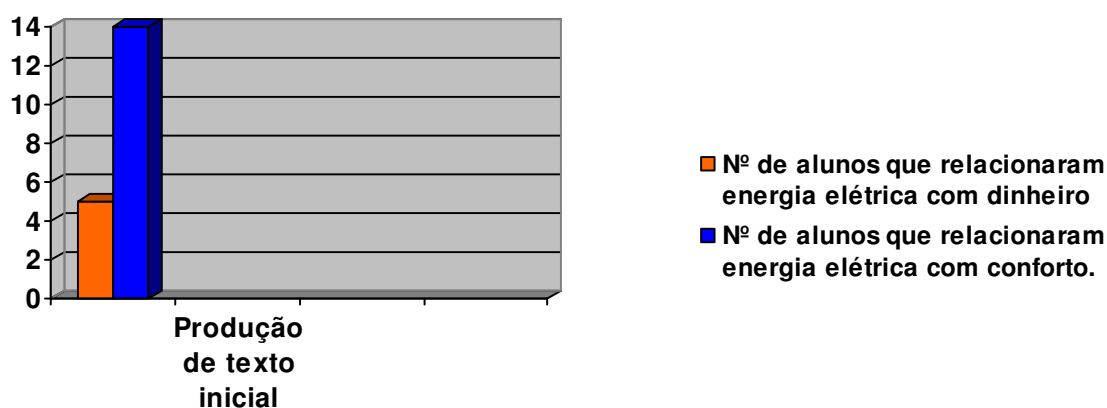
Aproveitando dessa motivação dos alunos o professor desenvolve uma atividade experimental com os mesmos com o intuito de despertar nesses o interesse pelo tema eletricidade, e estabelecer um ambiente propício à aprendizagem. Diante da proposta da aula experimental os estudantes participam da aula com muito entusiasmo. O professor pesquisador aproveita-se da motivação dos estudantes pela atividade experimental, bem como das discussões originadas pelo experimento para iniciar uma atividade de Modelagem Matemática. E como primeira atividade de pesquisa, o professor propõe que os estudantes por meio de entrevista com um profissional da área de eletricidade busquem resposta à seguinte pergunta:

**“Qual a importância ou a influência de uma emenda nos fios elétricos em uma residência?”.**

Nem todos os alunos chegaram à mesma conclusão, mas todos queriam participar da aula e dar suas respostas seguidas de seus comentários. Diante dessa situação marcada pelo entusiasmo dos alunos, o professor propõe a primeira atividade de sala: a produção de um texto sobre o tema energia elétrica, a idéia inicial desta atividade era fazer um diagnóstico das concepções que cada aluno tinha sobre energia elétrica e seu consumo no seu ambiente cotidiano.

Fazendo uma leitura cuidadosa e uma boa exploração do material, como propõe Bardin (1997), encontramos quais as relações que os alunos estabelecem com a energia elétrica.

As respostas obtidas não surpreenderam, pois dos 19 alunos que participaram da atividade, 14 relacionaram energia elétrica com o conforto que ela proporciona e 5 deles relacionaram energia elétrica somente com o valor pago no final do mês, isso pode ser visualizado no gráfico 1.



**Gráfico 1: relações com energia elétrica estabelecidas pelos alunos no início do trabalho**

Dos 19 alunos apenas 2 deles citaram em seus textos algo relacionado ao desperdício de energia:

“Com a energia elétrica precisamos ter cuidado com o exagero. Estes cuidados são: não demorar muito no banho, passar toda a roupa de uma vez, não abrir e fechar a geladeira toda hora, não deixar a luz acesa em lugares que está claro ou que não está sendo utilizado” (aluno 11).

“Infelizmente muitos não muitos não tem direito à esse recurso e outros ainda não cuidam desse bem que nos é garantido. Muitas pessoas fazem com que haja desperdício em suas casas” (aluno 13).

Podemos perceber em ambos os depoimentos que eles se preocupam com o desperdício, até sabem como proceder para evitar, no entanto, não aparece no depoimento desses alunos uma justificativa para não desperdiçar energia.

Apenas 1 dos 19 alunos ressaltou a necessidade de se economizar energia pensando em suas fontes de produção: *“Devemos pensar sempre no amanhã e economizarmos energia e melhorarmos sua fontes de produção”* (aluno 6).

Nenhum aluno relacionou o uso racional de energia ao meio ambiente.

Então podemos dizer que no início do trabalho os alunos não manifestaram, em seus textos, argumentos que mostrassem uma postura crítica sobre energia elétrica e seu uso racional.

Tendo como base que os alunos não manifestaram uma postura crítica em seus textos, o professor propõe a segunda atividade, com o intuito de que cada aluno possa compreender o que se paga na fatura de energia elétrica: para isso cada aluno leva para a aula uma fatura de energia elétrica, e são orientados pelo docente a fazer uma leitura cuidadosa da mesma e colocar no papel os dados que consideram importantes sobre o que acabaram de ler.

Quando a tarefa descrita acima foi proposta aos educandos, alguns deles afirmaram nunca ter lido uma fatura de energia, conseqüentemente não tinham conhecimento do que pagavam de energia elétrica. Isso fez com que além do gráfico pedido, eles colocassem no papel suas opiniões sobre o que acabavam de descobrir. *“A cobrança de energia elétrica é muito injusta, pois pagamos mais de impostos do que gastamos de energia”* (aluno 15).

Com base no depoimento do aluno podemos inferir que ele não está pensando a energia elétrica como conforto apenas, pois está manifestando os primeiros contatos com o lado político e social da mesma.

Após a leitura da fatura e as indagações sobre os impostos que foi o que mais chamou a atenção dos alunos o professor pede aos mesmos que encontrem um modelo matemático capaz de explicar o quanto se paga de energia elétrica, para isso os alunos utilizaram o demonstrativo existente na própria fatura, tabularam os dados e construíram um gráfico de consumo x meses do ano para a melhor visualização do consumo.

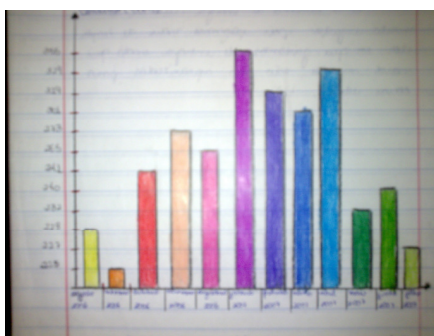


Figura 8

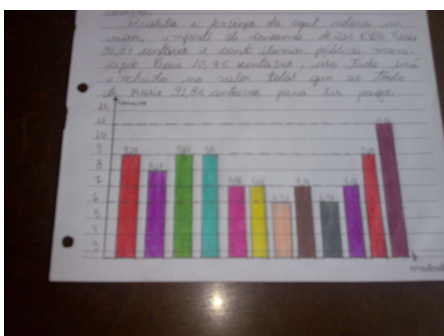


Figura 9

Somente com esta tabela e com esse gráfico os alunos não conseguiram encontrar as variáveis envolvidas na expressão do valor a ser pago em função do consumo, então foram encaminhados ao laboratório de informática e puderam explorar o site da copel (distribuidora de energia elétrica do Estado do Paraná), neste site fizeram leituras e muitas simulações de consumo, descobriram que a potência de cada aparelho influencia no consumo de energia elétrica assim como o tempo de utilização de cada aparelho também influencia no consumo de energia elétrica.

Os educandos até entenderam o que fazia alterar o consumo de energia elétrica (potência do aparelho e tempo de utilização), porém não tinham claro o que significava o termo potência.

Como já estavam no laboratório de informática pedi que buscassem, em alguns livros disponíveis na biblioteca, o conceito de potência elétrica, e em seguida fizemos um debate até que os alunos entendessem o que significa a potência elétrica.

Agora de posse das informações extraídas do site da copel e dos dados obtidos com a fatura de energia elétrica, os alunos formaram grupos para chegar ao modelo matemático capaz de explicar o quanto se paga de energia elétrica.

Não demorou muito para que um dos grupos arriscasse uma tentativa, os alunos multiplicaram o valor da tarifa pelo consumo de energia elétrica, esse dependia da potência do aparelho e do tempo de uso, esse ficou assim descrito:

$$\text{Valor pago} = \text{tarifa} \times \text{Consumo} \quad (3)$$

Mas quando os alunos foram testar o modelo com os valores da fatura que foram transcritos para o gráfico perceberam que sempre dava como resultado um valor menor do que os valores pagos no respectivo mês, então voltaram para a fatura levantaram algumas hipóteses dentre elas a que dizia ser necessário somar outro valor ao resultado obtido, o valor dos impostos.

Com esse novo dado construíram um outro modelo, muito parecido com o inicial, porém agora somando os impostos:

$$\text{Valor pago} = \text{tarifa} \times \text{Consumo} + \text{Imposto} \quad (4)$$

Esse novo modelo é novamente testado com os dados das faturas dos alunos e agora oferece um resultado satisfatório.

Após todos os alunos testarem o modelo descrito em **2**, que representa o valor pago de energia elétrica, o professor utiliza duas aulas para generalizar o conceito de função do 1º grau, pois o modelo encontrado pelos estudantes é descrito matematicamente como uma função do 1º grau, essa por sua vez estabelece uma correspondência entre duas variáveis. O estudo de função decorre da necessidade de analisar fenômenos e descrever regularidades, o conceito de uma

função é uma generalização da noção comum de "fórmula matemática". Quando duas variáveis  $x$  e  $y$  são tais que a cada valor de  $x$  corresponde um valor bem determinado de  $y$ , segundo uma lei qualquer, dizemos que  $y$  é função de  $x$ .

Vejamos a definição:

$$f : A \rightarrow B \text{ definida por } f(x) = a.x + b \quad \text{ou} \quad y = a.x + b \quad (5)$$

Os estudantes verificaram que na definição acima  $a$ ,  $b$  eram constantes e que o valor de  $y$  mudava quando o valor de  $x$  mudava, ou seja, perceberam que para cada valor de  $x$  havia um correspondente valor de  $y$ . Perceberam então que este era o mesmo raciocínio do modelo encontrado para se calcular o valor pago de energia elétrica, veja, a tarifa era constante e o imposto era constante, logo, o valor pago era função do consumo de energia. Então fizeram uma comparação entre as duas expressões:

<b>Valor Pago</b>	=	<b>Tarifa</b>	x	<b>Consumo de Energia</b>	+	<b>Valor fixo</b>
<b>y</b>	=	<b>a</b>	.	<b>x</b>	+	<b>b</b>

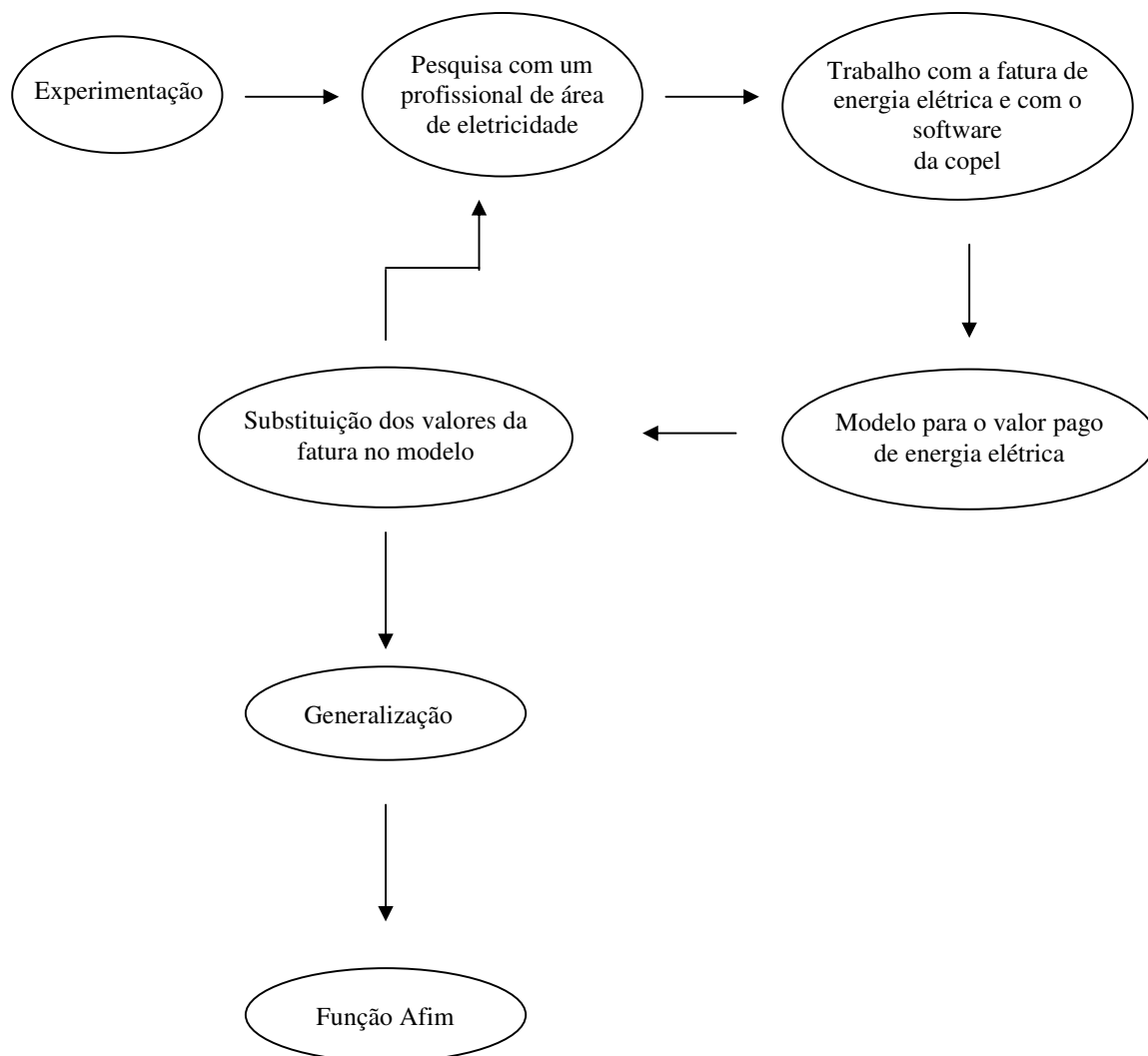
Esta comparação foi feita no quadro por um estudante ao término da segunda aula utilizada para generalizar o conceito.

Ao efetuar a comparação acima descrita, os alunos perceberam que o modelo matemático encontrado para se calcular o valor pago de energia elétrica é análogo ao da função do primeiro grau. Assim entenderam como o valor pago se relaciona com o consumo de energia.

Todas essas tarefas realizadas pelos alunos, compõem a atividade de Modelagem Matemática, essa pode ser vista como uma estratégia de ensino e aprendizagem, que proporciona ao professor situações de aprendizagem que se difere do ensino tradicional, nas quais o aluno

interage ativamente com outros alunos da classe e com o professor, e com isso estes estudantes se sentem mais motivados a participar e desenvolver as atividades designadas pelo professor.

Para a formulação do modelo seguimos as seguintes etapas:



**Diagrama 2: Etapas da Modelagem Matemática**

- **Experimentação:** Nesta etapa o professor propôs aos alunos uma atividade experimental envolvendo emendas em fios rígidos e flexíveis.



- **Pesquisa com um profissional da área de eletricidade:** Com o tema a ser pesquisado já escolhido, o docente encaminhou os alunos à obtenção dos dados, para isto os participantes devem desenvolver inicialmente uma pesquisa de campo, entrevistando um profissional da área de eletricidade, buscando respostas para o entendimento do tema escolhido.
- **Trabalho com a fatura de energia elétrica e com o software da copel:** Após a entrevista com o profissional da área de eletricidade concluída, o pesquisador propõe uma tarefa utilizando uma fatura de energia elétrica e em seguida uma tarefa de exploração no site da copel (distribuidora de energia elétrica do Estado do Paraná), ambas as tarefas com o intuito de os estudantes levantarem hipóteses sobre como poderiam determinar a fatura a ser paga.
- **Modelo para o valor pago de energia elétrica:** Nesta etapa elaborou-se o modelo matemático, utilizando as variáveis do problema.
- **Substituição dos valores da fatura no modelo:** Aqui se testou o modelo encontrado utilizando as variáveis do problema. Se depois de testado o modelo percebe-se que ele traz como resultado um valor bem aproximado do que se espera pode-se dizer que esse modelo é “bom” e com isso utilizá-lo. Caso o modelo matemático encontrado não satisfaça as necessidades do problema, o aluno volta à etapa de exploração da fatura de energia elétrica para encontrar novos dados que se façam importantes para o estudo do problema.
- **Generalização:** Nesta etapa o professor pesquisador generaliza o conceito de função, pois é muito importante que o estudante seja capaz de estabelecer correspondências entre variáveis não só nas aulas de Física para resolver o problema do consumo de energia elétrica, mas sim em todas as situações cotidianas que exigem tal raciocínio, pois esse tópico tão usado de forma sistemática em exatas e no seu cotidiano é de suma importância para o meio social, pois várias relações de mercado e capital, engenharia, economia,

saúde, transportes, indústrias, artes, energia, enfim tudo isso depende de uma análise clara e objetiva da funcionalidade de um modelo.

- **Função:** Após os dados obtidos e as hipóteses levantadas os alunos tentam sistematizar os dados obtidos para elaborar um modelo matemático simples, e tentar explicar o fenômeno em estudo (nesse caso não partimos do modelo matemática para explicar o fenômeno mas sim tentamos entender o fenômeno e em seguida, encontrar um modelo matemático para explicá-lo).

Ao término de todo o trabalho exploratório, os alunos responderam a um questionário composto de duas partes, a primeira com questões de cunho sócio cultural, agora com intuito de verificar qual a visão do aluno sobre o tema consumo de energia elétrica e poder comparar com sua visão inicial, e a segunda parte é composta por questões de matemática envolvendo o conceito de função, ou seja, o mesmo conceito que os alunos verificaram na física por meio da atividade de modelagem matemática, esse para verificar se o aluno consegue aplicar o conteúdo que aprendeu nas aulas de física em outros problemas que não dizem respeito à física, mas se utiliza o mesmo raciocínio matemático para resolvê-los.

Mais uma vez buscamos seguir um conjunto de técnicas de análise, visando obter por procedimentos sistemáticos a descrição do conteúdo das mensagens a fim de fazer o tratamento desse conteúdo, bem como inferências e interpretações.

Com a análise das questões de cunho sócio cultural podemos perceber uma mudança de postura dos alunos em seus depoimentos, pois agora todos os alunos que responderam o questionário estabeleceram uma ligação entre energia elétrica e conforto, o que já era esperado após um trabalho específico com os alunos sobre o tema.

Foi interessante o fato de os alunos não relacionarem a energia elétrica apenas ao conforto produzido por ela e a economia de dinheiro no final do mês, mas estabelecerem com a mesma uma relação com fatores ambientais, e a necessidade de se pensar outras formas de

energia. Dos 19 alunos que responderam o questionário 12 deles utilizaram o meio ambiente como argumento em suas respostas para justificar a economia de energia elétrica.

“É importante economizar energia, pois muitas vezes a energia obtida envolve altos custos e impactos ambientais, além disso, quando se economiza energia, certamente alguns aparelhos vão trabalhar menos e com isso resíduos como gases deixam de atingir o planeta” (Aluno 4).

“Não significa que porque você está pagando que você irá utilizar energia quando não necessário, mas daí é de cada pessoa tomar consciência de que pode estar prejudicando de alguma forma o meio ambiente” (Aluno 1).

O restante dos alunos, ou seja, 7 alunos justificaram a importância de se economizar energia elétrica apenas com a finalidade de se economizar dinheiro. “É importante economizar energia elétrica, pois com a economia de energia você pagara menos todos os meses” (Aluno 14).

“É importante economizar energia elétrica, pois ao estarmos economizando energia também passamos a economizar dinheiro” (Aluno 6).

“É importante economizar energia, porque com essa economia quem sai ganhando é o próprio usuário, por que irá pagar menos” (Aluno 18).

Em seguida representamos graficamente as relações feitas pelos alunos:

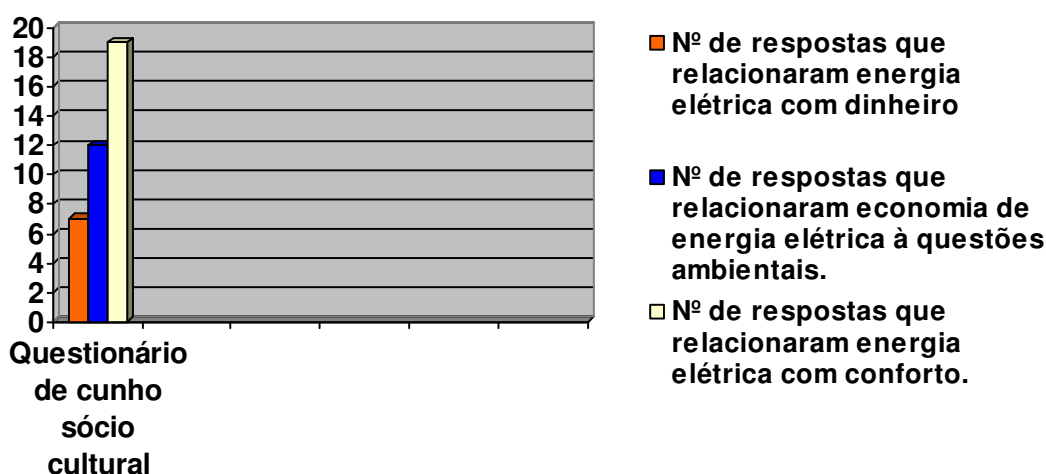
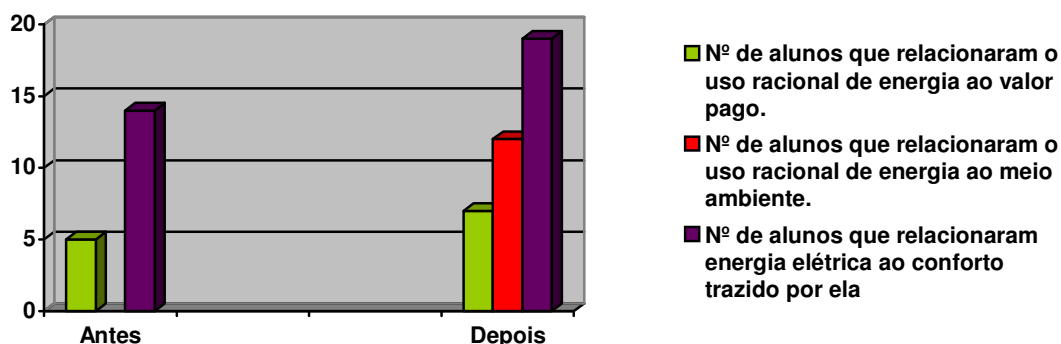


Gráfico 2: relações com energia elétrica estabelecidas pelos alunos no término do trabalho

A seguir faremos uma comparação entre as concepções iniciais dos alunos sobre energia elétrica e seu consumo, obtidas antes do trabalho por meio da produção de texto e as concepções dos alunos sobre o mesmo tema, obtidas por meio de um questionário aplicado ao término do trabalho.



**Gráfico 3: comparação entre as relações estabelecidas pelos alunos antes e depois do trabalho realizado**

Podemos perceber analisando o gráfico que parte dos alunos percebem o uso racional de energia apenas como economia em dinheiro no final do mês, o que é representativo visto que é importante para um aluno nesta faixa etária tomar ciência de como se gasta e principalmente de como se economiza dinheiro, visto que a sociedade atual é extremamente consumista. Percebemos ainda nos depoimentos dos alunos uma unanimidade quando se fala em conforto, pois não se imaginam vivendo sem energia elétrica.

Mas o que, mais nos chamou a atenção foi que no início do trabalho nenhum aluno relacionou o uso racional de energia com o meio ambiente, enquanto que no final do trabalho tivemos 12 alunos, o que representa aproximadamente 64% da turma, se preocupando com o meio ambiente. Esse resultado nos mostra que atividades desenvolvidas com os alunos durante a intervenção no colégio, propiciaram a oportunidade de discussões de natureza cultural, social, política e econômica, podendo assim desenvolver a capacidade de reflexão sobre nossas atitudes, as quais estão diretamente ligadas ao futuro do nosso país e do planeta.

Já na segunda parte do questionário, os alunos se depararam com algumas questões contextualizadas. Para resolver estes problemas com sucesso os alunos deveriam utilizar o conceito matemático de função do primeiro grau, que foi trabalhado durante as aulas de física.

Nossa preocupação antes da aplicação dessas questões era que os alunos não conseguissem identificar lendo o enunciado da questão, que deveriam pensar matematicamente como pensaram para resolver as atividades de física, ou seja, deveriam utilizar o conceito de função do primeiro grau para obter as respostas.

A questão de número 1 (anexo IV) estava composta de três partes, a primeira parte pedia aos alunos que preenchessem uma tabela, esta já estava parcialmente preenchida, o que acredito facilitou a tarefa dos alunos. Todos os alunos obtiveram sucesso nessa primeira parte, preencheram a tabela corretamente.

A segunda parte simplesmente pedia que o aluno representasse graficamente os valores obtidos na tabela. Nesta parte 11 alunos colocaram no plano cartesiano os pares ordenados e os uniram por uma reta, o que mostra o entendimento dos alunos sobre função contínua, e 8 alunos representaram o problema por gráfico de barras, o que caracteriza uma função discreta.

Na terceira parte da questão os alunos deveriam fazer um cálculo para obter a resposta, para este cálculo, não tinham uma equação pronta, então deveriam interpretar o enunciado da questão, juntamente com a tabela preenchida na primeira parte da questão e encontrar um meio de chegar à resposta. Esta etapa considero mais complexa, pois o aluno deve antes de mais nada encontrar uma expressão que lhe permita tal cálculo.

O que surpreendeu foi que 9 dos 19 alunos encontraram a resposta correta, explicando matematicamente as etapas, ainda reconheceram na questão qual era o valor fixo e o que variava. Do restante 3 alunos pensaram corretamente no que fazer, porém esqueceram do valor fixo, que deveria ser somado ao restante, e os outros 7 alunos não conseguiram encontrar a equação e com isso não se aproximaram da resposta.

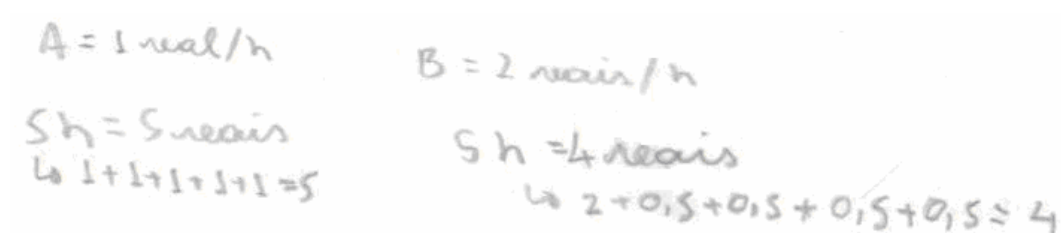
Um fato que chamou minha atenção é que após esse questionário respondido um aluno ressaltou a necessidade de entender bem matemática, para não ser passado para trás por outras pessoas, pois ressaltou ele que mesmo com a calculadora, se não soubesse matemática não iria conseguir resolver o problema. Esse fato é de extrema importância, pois o aluno reconhece que a matemática pode o ajudar na sua vida cotidiana.

A segunda questão tratava de uma situação corriqueira do dia a dia, o simples fato de deixar um carro em um estacionamento, e também explorava o conceito de função.

Dos 19 alunos, 18 responderam à questão e obtiveram sucesso, pois conseguiram encontrar o estacionamento que cobrava o menor valor pelo tempo estacionado. Desses 18 alunos, 9 deles justificaram a questão matematicamente, utilizando o conceito de função, porém seguiram caminhos distintos. Esses caminhos serão apresentados a seguir:

**Questão proposta: Têm-se dois estacionamentos A e B. O estacionamento A cobra R\$ 1,00 por até uma hora de uso do estacionamento e B cobra R\$ 2,00 a primeira hora e mais R\$ 0,50 por cada hora (ou fração da hora) a mais estacionado Se você fosse deixar o carro estacionado por 5 horas, em qual você deixaria? Justifique sua resposta.**

**Resposta 1**



Handwritten calculations for parking costs:

$A = 1 \text{ real/h}$	$B = 2 \text{ reais/h}$
$5h = 5 \text{ reais}$	$5h = 4 \text{ reais}$
$\hookrightarrow 1+1+1+1+1=5$	$\hookrightarrow 2+0,5+0,5+0,5+0,5=4$

**Figura 10 - Resposta 1**

## Resposta 2

A

1h = 1 Real  
5h = 5 reais

Eu deixaria no estacionamento + 2,00  
B. Pois pagaria um real a menos.

B

2,00 - 1 hora  
0,50 - outros reais

2,00  
2,00  
4,00

0,50  
4  
2,00

Figura 11 - Resposta 2

Perceba que as duas respostas convergem para o mesmo resultado, mas possuem raciocínios distintos. Nas duas respostas podemos identificar indícios de aprendizagem, pois os alunos responderam a questão livremente sem seguir nenhum roteiro pré estabelecido para a utilização de algoritmos.

Uma das respostas nos chamou muito a atenção, não por estar devidamente respondida, o que podemos dizer que não aconteceu, mas por que o aluno conseguiu formalizar a função do primeiro grau:

R = 1 + 4x0,50

Daria R\$ 4,00

Figura 12 - Resposta 3

Percebemos na resposta desse aluno que ele misturou os valores dos estacionamentos, logo não chegou a uma resposta que expressasse corretamente o valor pago em um estacionamento. No entanto não podemos tirar o mérito desse aluno, pois ele conseguiu descrever

corretamente a função do primeiro grau, isso significa que ele entendeu o processo matemático, porém errou na leitura e interpretação da questão.

Essa questão permitiu que se fizesse uma discussão crítica a respeito dos problemas de trânsito da cidade, da falta de estacionamentos e dos cuidadores de carros que ficam espalhados pelas ruas fazendo desta atividade uma profissão. Discutiu-se, ainda, questões relativas aos impostos pagos à prefeitura e suas aplicações nesta área que estamos estudando.

Neste trabalho a experimentação foi elemento essencial para a motivação da turma e principalmente para o estabelecimento de um ambiente propício à aprendizagem. Este ambiente foi proporcionado pela modelagem matemática que se destaca por oferecer ao aprendiz a oportunidade de participar ativamente na construção do saber.

Pudemos ainda observar, no decorrer das tarefas realizadas na atividade de Modelagem Matemática uma forte tendência à perspectiva sócio crítica, pois os alunos conseguiram chegar ao modelo matemático, e principalmente, foram capazes de interpretar fisicamente o significado de cada termo desse modelo.

Durante a discussão do que o modelo representava em suas casas, puderam reconhecer o caráter social da física e a relação dessa com a matemática que se faz presente, em inúmeras ações e atividades de seu cotidiano.

Foi significativa a participação dos alunos nas tarefas, e na elaboração do modelo bem como na discussão do papel desse modelo na sociedade, o que consideramos importante para a formação de um cidadão.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

A experiência, como professor de Física, tem mostrado que não basta oferecer escolarização, é necessário ofertar uma educação que atenda às necessidades de formação do aluno como ser social apto a agir no ambiente em que vive. Dentro desta perspectiva considera-se imprescindível que os conteúdos sejam abordados de forma contextualizada, dando-se ênfase às questões ambientais, econômicas, sociais e políticas, que fazem parte da realidade do aluno.

No presente trabalho, apresentamos uma proposta do uso da Modelagem Matemática como estratégia de ensino para o Ensino de Ciências (Física). Nossa proposta objetiva oferecer condições para que o ensino e a aprendizagem de Física proporcionem aos alunos de Ensino Fundamental, além da compreensão da teoria e da aplicação dos conceitos matemáticos, a percepção, a reflexão e o questionamento da realidade que compreende o meio sócio cultural e natural, bem como a capacidade de expressar matematicamente o problema apresentado além de interpretar os resultados obtidos utilizando-os como argumentos para fomentar as discussões e investigar outras formas de ação para a condução do problema.

A realização de uma atividade experimental no ensino de Ciências, utilizando a Modelagem Matemática como ambiente de aprendizagem possibilitou, aos alunos, a construção do conceito científico que pôde ser verificada por meio da articulação entre a experimentação e a expressão oral/escrita e ao professor a oportunidade de um maior envolvimento com a turma fazendo com que as aulas pudessem sair do sistema tradicional, e provocando uma reflexão quanto à sua metodologia.

As atividades experimentais promovem o interesse dos alunos por situações problematizadoras do seu cotidiano e que até então não lhe haviam despertado curiosidade, ou não haviam formulado alguma justificativa. E é exatamente essa tentativa de resposta, a essas indagações, que conduz a elaboração de hipóteses (concepções prévias) iniciando o processo de construção do conhecimento científico de forma ativa e investigativa e não apenas paciente.

A realização do experimento pela turma, a análise dos resultados obtidos e a pesquisa documental corroboram ou não as hipóteses levantadas pelos alunos. Porém, de qualquer forma, sempre estimulam a interação entre os colegas e com o professor ao se discutir as possibilidades para explicar um determinado conceito ou fenômeno científico ao invés de impor uma determinada visão pronta e abstrata.

A produção de um texto e o incentivo a leitura, nesta atividade, estimulou o hábito pela pesquisa e o registro de todo o processo que compreendeu a execução de atividades experimentais investigativas.

Neste sentido, consideramos que a metodologia aplicada possibilitou um aprendizado mais eficiente e participativo, visto que conduziu o aluno ao estabelecimento de uma conexão entre a Física a Matemática e situações cotidianas.

Pautado nas reflexões feitas nesse trabalho, todas com base em Bardin (1997), apotam a Modelagem Matemática como uma estratégia de ensino favorecedora do ensino da Matemática, como já relatado por diversos autores, e capaz de promover relações significativas entre a atividade de experimentação e o processo de aprendizagem de conhecimentos científicos de Física, bem como com os questionamentos sócio políticos que surgem no decorrer a atividade.

Para trabalhos futuros, deixamos como sugestão que esta proposta seja desenvolvida com outras turmas de 8ª série do Ensino Fundamental, em períodos diferentes do qual foi desenvolvido este trabalho (vespertino), como também em turmas de Ensino Médio. Outra atividade que sugerimos é o desenvolvimento de algumas atividades de Física com abordagens através da Modelagem Matemática para que possam servir como referência para professores iniciantes no uso desta metodologia.

Esperamos que a iniciativa apresentada neste trabalho, juntamente com as propostas de outros autores possam estimular a utilização da Modelagem Matemática no ensino como mais uma alternativa para a educação, buscando assim, as mudanças desejáveis no ensino e aprendizagem de Física.

## REFERÊNCIAS

---

- ALMEIDA, F. R.; A ficção científica na ficção escolar: potencialidades do gêneros no ensino de física, Maringá, 2008. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência e o Ensino da Matemática), UEM.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J. O método nas ciências sociais. In: ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWAMDSZNADJDER, F. O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1999. parte II, cap. 6-7, p. 129-178
- ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de ; Maria Lúcia Vital dos Santos Abib. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física. Rev. Bras. Ens. Fis. vol.25 no.2 São Paulo Junho 2003.
- ARAÚJO, J. L.; BARBOSA, J. C. Face a face com a Modelagem Matemática: como os alunos interpretam e conduzem esta atividade? p.22. 2002.
- BARBOSA, J. C. O que pensam os professores sobre a modelagem matemática? Zetetiké, Campinas, v. 7, n. 11, p. 67-85, 1999.
- BARBOSA, J. C. Modelagem matemática: concepções e experiências de futuros professores. Rio Claro, 2001. Tese (Doutorado em Educação Matemática), UNESP.
- BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. Anais... Caxambu: ANPED, 2001. 1 CDROM
- BARBOSA, J. C. Modelagem matemática e a perspectiva sócio-crítica. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2., 2003, Santos. Anais... São Paulo: SBEM, 2003. 1 CD-ROM.
- BARBOSA, J. C. A contextualização e a Modelagem na Educação Matemática do Ensino Médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2004, Recife. Anais... Recife: SBEM, 2004. 1 CD-ROM.
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BORBA, M. C.; MENEGHETTI, R. C. G.; HERMINI, H. A. Modelagem, calculadora gráfica e interdisciplinaridade na sala de aula de um curso de ciências biológicas. Revista de Educação Matemática da SBEM-SP, [São José do Rio Preto], n. 3, p. 63-70, 1997.
- BASSANEZI, R. C.. Ensino Aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia. São Paulo. Contexto. 2002.

BLUM, W. Applications and Modelling in mathematics teaching and mathematics education – some important aspects of practice and of research. In: SLOVER, C. et al. Advances and perspectives in the teaching of mathematical modeling and applications. Yorklyn: Water Street Mathematics, 1995.

BONDIA, J.L. Notas sobre a experiência e o saber de experiência. Revista Brasileira. Ed., 19, 20-28, 2002

BRASIL. Secretaria da Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais Mais: Ensino Médio – Brasília: Ministério da Educação, 2001.

BRASIL. Lei 9394/96 de 20.12.96. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília (DF): Diário Oficial da União, nº 248 de 23.12.96

BURAK, D. Modelagem matemática: Uma metodologia alternativa para o ensino de matemática na 5ª série –(Mestrado)-, Unesp, Rio Claro 1987.

CARVALHO, A.M.P. et al. Termodinâmica: um ensino por ação. São Paulo. Fé/USP, 1999.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Da realidade à ação: Reflexões sobre educação e matemática. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 1986.

DANHONI, M.C.N. A singular história de um aparelho para o estudo da queda dos corpos. In: TOMAZELLO, M.G.C. ET AL A experimentação na aprendizagem de conceitos físicos sob a perspectiva histórico-social. Piracicaba: Unimep/Capes/Proin, 2000.

FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GASPAR, A. Cinquenta anos de ensino de física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor, XV Encontro de Físicos do Norte e Nordeste, 1997.

GASPAR, A. Experiências de ciências para o Ensino Fundamental. 1. ed. São Paulo: Editora Ática, 2003. v. 1. 328 p.

GONÇALVES, T. O. A formação e desenvolvimento profissional de formadores de professores: O caso dos professores de matemática da UFPA. Campinas, SP, 2000. (Tese de doutorado).

HAGUETE, T.M.F. Metodologias qualitativas na sociologia. 6ª ed. Petrópolis, Vozes, 1999.

KAISER, G., SIRAMAN, B. A global survey of international perspectives on modeling in mathematics education. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, V.38, nº3, P.302-310, 2006.

- MACHADO, M.N.M. Entrevista de pesquisa: a intervenção entrevistador/entrevistado. Tese (doutorado). Belo Horizonte, 1991.
- MANACORDA, M. A história da educação: da antiguidade aos nossos dias, 9ª ed., traduzido por Gaetano Lo Mônaco, Cortez, 2001.
- MAURÍCIO, L. A. Centro de Ciências: origens e desenvolvimento - uma relação sobre seu papel e possibilidades dentro do contexto educacional. São Paulo, 1992. 143 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.
- MELLO, M. R. Ensino de ciências: uma participação ativa e cotidiana. Net. Maceió 2000. Disponível em [http:// www.rosamelo.hpg.com.br](http://www.rosamelo.hpg.com.br). Acesso em: 15 outubro 2008.
- MINAYO, M.C. de S. (org.). Pesquisa social: teoria, método e criatividade. 22ª ed. Rio de Janeiro, Vozes, 2003.
- MOREIRA, M.A. Teorias de aprendizagem. São Paulo: Editora pedagógica universitária, 1999.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa Crítica. III Encontro Internacional Sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa, 2000.
- NEVES, M.S. CABALLERO, C. MOREIRA, M.A. Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem da física, em sala de aula – um estudo exploratório. Investigações em Ensino de Ciências – V 11(3), P.383-401, 2006.
- OLIVEIRA, Silvio Luiz de. Tratado de Metodologia Científica: projetos de pesquisas, TGI, TCC monografias, dissertações e teses. São Paulo : Pioneira Thompson Learning, 2002.
- PUGLISI, M.L.; FRANCO, B. Análise de conteúdo. 2. ed. Brasília: Líber Livro, 2005.
- ROSA, C.W. ROSA, A.B. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias. V.4 Nº 1, 2005.
- SERAFIM, M.C. A Falácia da Dicotomia Teoria-Prática Revista Espaço Acadêmico, Maringá, 2001.
- SKOVSMOSE, O. Cenários de investigação. Bolema – Boletim de Educação Matemática, Rio Claro, n. 14, p. 66-91, 2000.
- THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa - ação. 13ª ed. São Paulo, Cortez, 2004.
- VEIT, E. A., TEODORO, V. D., Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 24, no. 2, Junho, 2002.
- VERGARA, S.C. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 4ª ed. São Paulo, Atlas, 2003.

# Anexo 1



# COLÉGIO GRAHAM BEL

EDUCAÇÃO INFANTIL, ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO E PROFISSIONAL.

## Autorização

Eu, \_\_\_\_\_, diretora do Colégio Graham Bell, autorizo o acadêmico da Universidade Estadual de Maringá, Michel Corci Batista, RA. 43723, do Programa de Pós Graduação em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática, desenvolver sua pesquisa de campo nesta instituição de ensino, realizando atividades com aplicação de questionários, com alunos de ensino fundamental e médio.

Atenciosamente

---

Conceição Solange Bution Perin  
Diretora

# Anexo 2



## TERMO DE CONSENTIMENTO

Título do projeto: **A utilização da Experimentação no ensino de Física, tendo a Modelagem Matemática como um ambiente de aprendizagem**

Estamos realizando essa pesquisa com o intuito de apresentar propostas metodológicas para a utilização da experimentação no ensino de Física num ambiente de aprendizagem norteado pela Modelagem matemática. Para tal fim, estamos coletando dados de alunos durante e depois realização de algumas atividades. Serão utilizados questionários e redações para o levantamento de dados, com os alunos.

A pesquisa envolverá somente a manipulação dos dados transcritos nas redações e nos questionários, preservando sempre o anonimato das pessoas envolvidas no projeto. Cada pessoa envolvida terá total esclarecimento antes e durante a pesquisa, sobre a metodologia. Também terá total liberdade em recusar ou retirar o consentimento sem penalização.

Eu, \_\_\_\_\_, (*responsável pelo menor, se for o caso*) após ter lido e entendido as informações e esclarecido todas as minhas dúvidas referentes a este estudo com o acadêmico de pós-graduação Michel Corci Batista, **CONCORDO VOLUNTARIAMENTE**, (*que o(a) meu(minha) filho(a), se for o caso*) \_\_\_\_\_ participe do mesmo.

\_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_  
Assinatura (*do pesquisado ou responsável*) ou impressão datiloscópica

Eu, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Polônia Altoé Fusinato, declaro que forneci todas as informações referentes ao estudo.

\_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_  
Assinatura

### Equipe (Incluindo pesquisador responsável):

1- **Nome:** Michel Corci Batista – Mestrando **Telefone:** (44) 8805-6242 e 3031-7066

**E-mail:** [profcorci@hotmail.com](mailto:profcorci@hotmail.com)

2- **Nome:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Polônia Altoé Fusinato – Orientadora

**E-mail:** [poly@dfi.uem.br](mailto:poly@dfi.uem.br)

3- **Nome:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lilian Akemi Kato – Co-orientadora

**E-mail:** [lilianakato@hotmail.com](mailto:lilianakato@hotmail.com)

Qualquer dúvida ou maiores esclarecimentos procurar um dos membros da equipe do projeto ou o Comitê Permanente de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (COPEP) da Universidade Estadual de Maringá – Bloco 035 – Campus Central – Telefone: (44) 261-4444. - Bruno

# Anexo 3

**Parte I: Questões sócio-cultural relacionadas ao tema.**

01) Qual a importância da energia elétrica em nossas vidas?

02) Fale sobre a relação entre o consumo de energia e o valor a ser pago. Você concorda?

03) É importante economizar energia? Por quê?

**Parte II: Questões matemáticas.**

01) Imagine que um super jogo de computador foi lançado, e você está só esperando para locar este jogo. Sabendo que no ato da locação você pagará R\$ 1,00 (real), e depois pagará R\$ 2,00 (reais) por cada hora a mais de utilização do jogo, responda:

Tempo (horas)	Valor a pagar (reais)
0	1
1	3
2	5
3	7
4	
5	
6	
7	
8	
9	

- a) Preencher a tabela acima.
- b) Construa um gráfico para essa tabela.
- c) Quanto você pagaria se ficasse com o jogo durante uma semana (7 dias)?

*Obs: 1 dia = 24 horas*

2) Têm-se dois estacionamentos A e B. O estacionamento A cobra R\$ 1,00 por até uma hora de uso do estacionamento e B cobra R\$ 2,00 a primeira hora e mais R\$ 0,50 por cada hora (ou fração da hora) a mais estacionado. Se você fosse deixar o carro estacionado por 5 horas, em qual você deixaria? Justifique sua resposta.