UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

O USO DA MODELAGEM MATEMÁTICA COMO RECURSO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO NA ELABORAÇÃO DE EXPERIMENTOS PARA FEIRAS DE CIÊNCIAS

ENSINO E APRENDIZAGEM EM ENSINO DAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

RAQUEL WERLICH
Mestranda

Profº. Dr. TALES LEANDRO COSTA MARTINS
Orientador

Canoas, 2008

RAQUEL WERLICH

O USO DA MODELAGEM MATEMÁTICA COMO RECURSO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO NA ELABORAÇÃO DE EXPERIMENTOS PARA FEIRAS DE CIÊNCIAS

ENSINO E APRENDIZAGEM EM ENSINO DAS CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e matemática, sob orientação da Prof. Dr. Tales Leandro Costa Martins.

Canoas, 2008

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

W489u Werlich, Raquel
O uso da modelagem matemática como recurso didático-pedagógico na elaboração de experimentos para feiras de ciências. / Raquel Werlich. – Canoas, 2008.
175 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Luterana do Brasil, 2008.

Orientador: Prof. Tales Leandro Costa Martins

1. Educação. 2. Ensino de matemática. 3. Modelagem matemática. 4. Feiras de ciências. 5. Interdisciplinaridade. I. Martins, Tales Leandro Costa. II. Título.

CDU 372.851

Bibliotecária Responsável: Sabrina Rosa Vicari CRB10/1593

DEDICATÓRIA

Render-te-ei graças, Senhor, de todo o meu
coração; na presença dos poderosos
te cantarei louvores.
(Salmos 138; 1)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me proporcionou força e sabedoria, pois sem sua graça nada seria possível.

Aos meus pais dedico essa vitória. Obrigada pelo apoio incansável, pois muitas vezes tudo parecia cair no desânimo e no fracasso, mas vocês estavam em oração e pedindo a intervenção de Deus neste trabalho.

Aos meus irmãos, em especial ao Elias que mesmo longe, estavam comigo nessa caminhada.

Ao meu filho Adriel, que me deu apoio e incentivo ao longo desta jornada.

Ao meu amigo César Augusto Freitas, pelos momentos de orientação, diálogos e sugestões para realização deste trabalho. Que me entendeu e me ajudou a vencer os obstáculos me mostrando o melhor caminho a percorrer, sempre com muita paciência.

Aos grandes amigos, em especial, Luciana Waltrick, Luciane, Jaime, Helena, Paula Fonte Boa, Rosélia, Roseni. Um forte abraço e muito obrigado pelo apoio e dedicação.

Ao professor Doutor Tales Leandro Costa Martins, orientador e amigo. Muito obrigado pelo exemplo de competência e sabedoria.

Ao Professor Arno Bayer, coordenador do mestrado. Pessoa amiga e muito eficiente que contribuiu consideravelmente no desenvolvimento deste trabalho.

A Profª Drª. Marilaine de Fraga Sant'Ana, pelas palavras de incentivo durante o curso de pós-graduação.

A Escola de Educação Básica Nossa Senhora do Rosário pelo apoio e aceitação da proposta de trabalho.

A direção e supervisão da Escola, que sempre esteve à disposição e acreditaram na realização do meu trabalho.

Aos alunos do nono ano que apoiaram e aceitaram participar desse projeto de pesquisa.

Aos professores que fizeram parte da banca examinadora de qualificação e/ou defesa, que contribuíram imensamente para a conclusão deste trabalho: Prof. Dr. Edson Roberto Oaigen, Profª Drª. Marilaine de Fraga Sant’Ana, Profª Drª. Patrícia Linardi, Profº Dr. Tales Leandro Costa Martins.

Enfim, agradeço a todos que de uma forma ou de outra possibilitaram que esse sonho se tornasse realidade.

Muito obrigado!

RESUMO

A perspectiva do atual sistema educacional estabelece uma inovação ou implantação de novas idéias, técnicas e metodologias que visam promover mudanças no atual ensino, contribuindo para a formação de cidadãos conscientes, aptos para decidirem e atuarem na sociedade de um modo comprometido com a vida. A matemática constantemente tem sido alvo de críticas a respeito de sua educação fragmentada e descontextualizada da realidade do indivíduo. Esta pesquisa, do tipo qualitativa, apresenta atividades desenvolvidas com alunos do Ensino Fundamental da Escola de Educação Básica Nossa Senhora do Rosário da cidade de Lages/SC, objetivando o uso da Modelagem Matemática como recurso didático pedagógico na elaboração de experimentos apresentados em Feiras de Ciências. Pretendeu-se com esse estudo, apresentar uma alternativa metodológica que possibilite aos alunos do Ensino Fundamental associar situações da sua realidade, tendo como linguagem interpretativa a Modelagem Matemática, ligando temas geradores com a elaboração de experimentos em Feiras de Ciências. A pesquisa apresenta três modelos desenvolvidos pelos alunos: modelo matemático do Consumo de Energia Elétrica, um modelo utilizando o tema Água (trabalhando-se o escoamento em função da altura) e o modelo para a função do custo de Combustíveis. Os modelos apresentados pelos alunos atingiram todos os objetivos estabelecidos, enfatizando a criatividade, a compreensão e a reflexão sobre os problemas apresentados nos temas para a elaboração de Feiras de Ciências, cada grupo estabeleceu suas estratégias e experiências na compreensão da matemática no estudo de uma situação problema.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Feiras de Ciências. Interdisciplinaridade.

ABSTRACT

The prospect of the present educational system offers both an improvement and a chance of introducing new ideas, techniques and methodologies that aim at promoting changes in the current teaching, thus contributing for the building up of conscious citizens, who will be able to take decisions and act in society in an engaged way life. Mathmatics has often been target of criticisms regarding its fragmented and out-of-date education that is offered to the individual. This research of the qualitative type presents some activities that was developed with students from the Basic Teaching of the “Escola de Educação Básica Nossa Senhora do Rosário” – Lages/SC – with the intent of employing the Mathmatical Modeling as a didactic-pedagogical resource in the production of experiments that are presented in Science Fairs. With the research we aimed at showing a methodological alternative that will allow the students from the Basic Teaching to associate situations from their own reality, by having the Mathematical Modeling as an interpretative language to link the generating themes with the elaboration of experiments in Science Fairs. Three different modeling that were developed by the students are presented here: the mathematical modeling of Electric Power Consumption; the modeling that employs the Water theme, by developing the drainage according to the height; and the modeling linked to the price of Fuels. The modelings that were presented by the students reached all the established objectives, by emphasizing creativeness, understanding and considerations concerning the themes that were proposed for the promotion of Science Fairs, taking into account that the students themselves had established their strategies and queries in the understanding of mathmatics in the study of a problem situation.

Key-words: Mathmatical Modeling. Science Fairs. Interdisciplinarity.

LISTA DE ABREVIATURAS

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CECIBA - Centro de Treinamento para Professores de Ciências da Bahia.

CECIGUA - Centro de Treinamento para Professores de Ciências de Guanabara.

CECIMIG – Centro de Treinamento para Professores de Ciências de Minas Gerais.

CECINE - Centro de Treinamento para Professores de Ciências do Nordeste.

CECIRS - Centro de Treinamento para Professores de Ciências do Rio Grande do Sul.

CECISP - Centro de Treinamento para Professores de Ciências de São Paulo.

CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.

CNMEM - Conferência Nacional de Modelagem Matemática na Educação Matemática.

FACVEST – Faculdades Integradas Facvest

FAFIGU - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Guarapuava.

FARGS - Faculdades Rio-Grandense.

FECIRS - Feira Estadual de Ciências do Rio Grande do Sul.

FEINTER - Feira Internacional de Ciências e Tecnologia Juvenil.

FENACEB - Programa Nacional de Apoio as Feiras de Ciências da Educação Básica.

FISC - Faculdades Integradas de Santa Cruz do Sul.

FUNACI - Feira Nacional de Ciências.

FUNBEC - Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências.

GTMM -	Grupo de Trabalho sobre Modelagem Matemática.
IBECC -	Instituto Brasileiro de Ensino em Cursos Empresariais.
PR -	Paraná.
REX -	Posto de Combustível e Serviços.
RS -	Rio Grande do Sul.
SBEM -	Sociedade Brasileira de Educação Matemática.
SBPC -	Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.
SC -	Santa Catarina.
SEMASA -	Serviço Municipal de Água, Saneamento Básico.
ULBRA -	Universidade Luterana do Brasil
UNESP -	Universidade Estadual Paulista.
UNICAMP -	Universidade Estadual de Campinas.
UNISC -	Universidade de Santa Cruz do Sul.
UNIVEST -	Sociedade Lageana de Educação.
USP -	Universidade de São Paulo.

LISTA DE APÊNDICES

LISTA DE ANEXOS

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE TABELAS

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

Atualmente, a ciência e a tecnologia têm adquirido grande importância para o desenvolvimento de nossa sociedade, tornando-se fundamental na promoção de uma cultura científica, que possibilite melhores condições para a busca do conhecimento.

Existem muitas informações, valores e procedimentos que são transmitidos ao aluno no seu cotidiano. Esse conhecimento deverá ser trazido e incluído nos trabalhos escolares, para que se estabeleçam relações entre os dois universos. A matemática situa-se na realidade como alicerce para várias outras ciências ou ramos do saber e encontra-se presente diariamente em nossas vidas, no entanto, devido à extrema fragmentação do conhecimento, essa afirmação é poucas vezes reconhecida.

A matemática tradicional apenas reproduz os conhecimentos já desenvolvidos pela humanidade ao longo do tempo, apóia-se na repetição de exercícios, sem construção de conceitos básicos, sem questioná-la. O aprendiz é treinado a reproduzir atividades de um determinado conhecimento num padrão de respostas, sem sentido crítico.

A sala de aula é, por excelência, o lugar onde são questionadas as respostas dadas, pois o aprendizado ocorre pela comparação das semelhanças e diferenças entre diversas situações-problemas. Sem esses conceitos básicos, o aluno acaba adotando uma postura de acomodação, quando recebe quase tudo pronto.

Para que se possa mudar essa prática, a matemática precisa buscar novos caminhos, que possibilitem o aluno construir seu próprio conhecimento, tornando-o mais significativo e participativo, desenvolvendo situações comuns em modelos matemáticos, que é o processo de traduzir a linguagem do mundo real para o mundo matemático.

A idéia de aplicar o uso de Modelagem Matemática em experimentos apresentados em Feiras de Ciências surgiu devido à constatação que o ensino de matemática deve envolver o aluno em situações-problemas, que desafiem e motivem-no a querer resolvê-las. Isso, ao mesmo tempo, amplia a habilidade para usar o raciocínio lógico e para estabelecer um elo entre os saberes escolares e os problemas do cotidiano possibilitando ao aluno apresentar soluções adequadas às questões que surgirem em seu dia-a-dia. Assim, a matemática sempre foi alvo das atenções sociais, sobressaindo-se entre as demais disciplinas, pois tem trazido preocupações a professores, alunos, pais e à sociedade, diante do baixo rendimento escolar.

Esta pesquisa foi realizada com alunos do nono ano da Escola de Educação Básica Nossa Senhora do Rosário da cidade de Lages - Santa Catarina. Tem sua estruturação na Modelagem Matemática, que pode ser utilizada como uma alternativa que contribua contra as ações destituídas de sentido na sala de aula e que permita ao aluno perceber a importância da Matemática escolar, introduzindo a Modelagem Matemática em temas elaborados para a apresentação em Feiras de Ciências.

No primeiro capítulo é apresentado a importância da Modelagem Matemática no contexto da sala de aula, bem como alguns relatos de experiências desenvolvidas a partir de temas "não-matemáticos". Também são apresentadas, resumidamente, as etapas de modelagem, segundo a visão teórica de autores como: Rodney Carlos Bassanezi, Maria Salett Biembengut e Jonei Cerqueira Barbosa, que têm argumentação pela plausibilidade em usarem a Modelagem Matemática no Ensino de Matemática no Brasil.

No segundo capítulo, apresenta-se resumidamente, um histórico das Feiras de Ciências no Brasil e a importância desse evento como uma atividade pedagógica cultural com um elevado potencial para a construção e produção científica no ambiente escolar, promovendo projetos que visam melhorar a formação de nossos alunos.

A proposta da pesquisa, o problema que foi investigado e os objetivos para o desenvolvimento deste trabalho, constituem o terceiro capítulo.

No quarto capítulo, é apresentado a metodologia aplicada para o desenvolvimento deste trabalho, constando ainda neste, o tipo de pesquisa, detalhes sobre o controle das informações durante a coleta de dados e também as etapas do desenvolvimento da pesquisa.

De forma detalhada, no quinto capítulo, descrevem-se todas as etapas dos modelos matemáticos desenvolvidos pelos alunos. Os modelos são analisados e relatados segundo suas características.

As considerações finais destacam, que a Modelagem Matemática aliada à produção e estudo de temas elaborados para Feiras de Ciências pode contribuir para que os alunos envolvidos tenham um melhor entendimento em conteúdos matemáticos. Sugere também, que todos os professores ao, conhecer e desenvolver novos caminhos metodológicos sugestivos, podem promover aquisição do conhecimento de seus alunos de uma forma mais atraente, contextualizada e objetiva.

1 MODELAGEM MATEMÁTICA

1.1 Modelagem Matemática no contexto da sala de aula

Desde o início da civilização, a matemática está presente nas atividades diárias dos diversos povos. Os antigos se orientavam através da geometria, por exemplo, na divisão de terras, nas grandes construções, bem como na elaboração de objetos e utensílios para facilitar o seu cotidiano.

Fala-se muito sobre a necessidade do aluno construir o seu próprio conhecimento matemático, para que tenha possibilidade de fazer explorações, representações, construções e que possa investigar e, então construir sua aprendizagem.

Atualmente, vários estudos estão sendo feitos no âmbito da Educação Matemática, com o intuito de desenvolver nos alunos o gosto por essa disciplina e como se processa a aprendizagem.

Segundo Biembengut (2000, p. 9), fala de um futuro que está por chegar, no qual a educação também vem recebendo seus desafios, entre eles o de propor à sociedade um novo cidadão, que comandará a economia, a produção e outras atividades que surgirão. A mesma autora comenta que esses desafios têm se tornado crescente em prol da Educação Matemática, especialmente, nas últimas décadas.

Fala ainda, que esta preocupação tem gerado reestruturações nos currículos e nos métodos de ensino com o objetivo de criar elementos que desenvolvam nos alunos potencialidades, propiciando a capacidade de pensar de forma crítica e independente. Acredita-se que a melhoria da civilização humana depende muito da capacidade cognitiva desses mesmos humanos.

> A matemática, alicerce de quase todas as áreas do conhecimento e dotada de uma arquitetura que permite desenvolver os níveis cognitivo e criativo, tem sua utilização defendida, nos mais diversos graus de escolaridade, como meio para fazer emergir essa habilidade em criar, resolver problemas, modelar (BIEMBENGUT, 2000, p. 9).

Desta forma, é importante e até mesmo necessário encontrar meios para desenvolver nos alunos a capacidade de ler e interpretar situações do seu dia-a-dia na sala de aula, pois, o aluno, ao ver significado naquilo que está vivenciando, cresce seu interesse e motivação o que certamente favorece sua aprendizagem.

Acredita-se que a Modelagem Matemática é um ambiente que favorece a aprendizagem. Através de experiências ligadas à realidade em que o aluno está inserido, propicia um ensino aprendizagem de forma crítica, pois a Modelagem Matemática é a arte de interagir, de formular problemas e hipóteses, de resolver e elaborar expressões que valham não apenas para um caso particular, mas que posteriormente sirvam como sustentação para fazer aplicações em outras situações.

> [...] a Modelagem Matemática no ensino pode ser um caminho para despertar no aluno o interesse por tópicos matemáticos que ele ainda desconhece, ao mesmo tempo que aprende a arte de modelar, matematicamente (BIEMBENGUT, 2000, p. 18).

Dessa forma, é dada ao aluno a oportunidade de estudar situações-problemas por meio de pesquisa, desenvolvendo seu interesse a prática de investigar de forma científica e estimulando o seu senso crítico.

Barbosa (2002), afirma que a Modelagem Matemática tem sido apresentada como um dos ambientes de aprendizagem para o ensino de matemática, no que diz respeito aos vários entendimentos correntes na comunidade sobre o tema. Em termos gerais, trata-se de utilizar conceitos, idéias e/ou métodos matemáticos para compreender e resolver situações-problemas oriundas de outras áreas que não a matemática.

A matemática vem sendo utilizada como base para modelar em várias áreas de pesquisa, umas com mais, outras com menos intensidade. Como por exemplo, os mecanismos que controlam a dinâmica de populações, a epidemiologia, a ecologia, a neurologia, a genética e os processos fisiológicos.

Bassanezi (2002, p. 34: 35) cita que “há um esforço maior em Matemática Aplicada para solução de problemas industriais e de engenharias.” Nas Ciências Sociais estão “tornando-se clientes do poder da Matemática para a organização de seus dados e para testar a objetividade de seus pensamentos”. Ao mesmo tempo, nas Ciências Naturais como em Física, Química e Astrofísica, pode-se dizer no que se refere ao uso da Modelagem Matemática e em suas pesquisas científicas, que passou a ter como condição de se expressar em uma linguagem matemática.

Barbosa (2003, p. 2) argumenta que muito se tem discutido sobre as razões para a inclusão de modelagem no currículo (BASSANEZI, 1994). Geralmente são apresentados cinco argumentos: motivação, facilitação da aprendizagem, preparação para utilizar em diferentes áreas, desenvolvimento de habilidades gerais de exploração e compreensão do papel sócio-cultural da matemática.

Se estivermos interessados em um ensino que forneça elementos que desenvolvam potencialidades, proporcionando ao aluno a capacidade para agirem na sociedade de forma crítica e independente, sendo esse um dos objetivos da Educação Matemática, podemos tomar o uso da modelagem como discussão em sala de aula.

Tendo em vista que a Educação Matemática emerge de motivações oriundas do mundo real, percebe-se a importância de se fazer uso de instrumentos matemáticos que estejam inter-relacionados com situações ligadas ao cotidiano do aluno.

A Modelagem Matemática traduz situações reais para uma linguagem matemática, pois, através de um processo dinâmico possibilita melhor compreender, prever, ou simular situações do dia a dia, com estratégias de ações nas mais diversas áreas do conhecimento.

A Modelagem Matemática é também entendida, em termos genéricos, como a aplicação de matemática em outras áreas do conhecimento, o qual possui uma limitação teórica: o termo “Modelagem” tomaria o lugar de um grande “guarda-chuva”. Com isso, não quer dizer que exista a necessidade de se ter fronteiras definidas, mas de se ter maior clareza sobre o que chamamos de modelagem (BARBOSA, 2004).

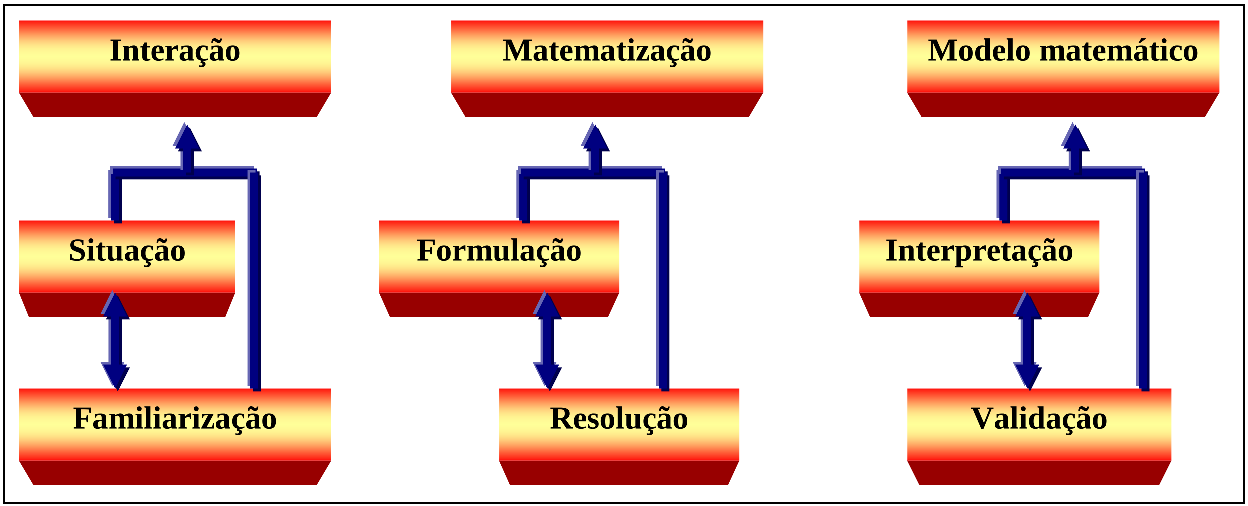
Bassanezi (2002) apresenta a Modelagem Matemática como uma estratégia de ensino-aprendizagem que tem se mostrado muito eficaz. Ela, segundo o autor, “consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real” (BASSANEZI, 2002, p. 16).

O mesmo autor define modelagem como arte de modelar, e que a Modelagem Matemática é o processo que envolve a obtenção de um modelo, sendo assim, uma arte, ao formular, resolver e elaborar expressões que valham, não apenas para uma solução, mas que sirvam, posteriormente, como suportes para outras aplicações e teorias.

Para o desenvolvimento do processo de Modelagem Matemática o professor pode apresentar aos alunos o tema ou propor-lhes que façam a escolha, porém existem vantagens e desvantagens na escolha. É vantagem porque o aluno pode se sentir mais interessado e participativo durante o processo. É desvantagem porque pode surgir um tema não adequado ou muito complexo ao nível deles, exigindo um tempo maior do professor.

É importante definir qual a maneira adotada, pois o professor, deve primeiramente inteirar-se do tema escolhido, a fim de ter domínio para desenvolver o processo de forma gradual e, em consonância.

Segundo Biembengut (2000, p. 11), modelagem é um conjunto de procedimentos requeridos na elaboração de qualquer área do conhecimento. Na matemática, em particular, o processo de modelagem requer do modelador, além de talento para a pesquisa, conhecimento matemático para a interpretação do fenômeno. O modelo é expresso através de fórmula, diagrama, representação geométrica, equação algébrica, tabela, programa computacional, que levam à solução do problema ou a dedução de uma solução. Segundo Biembengut (2000, p.15) representar uma situação real com ferramenta matemática envolve alguns procedimentos, que estão subdivididos em três etapas, e em seis subetapas, a saber:



Fonte: (BIEMBENGUT, 2000, p. 15).

Figura 1 Dinâmica da Modelagem Matemática

1ª Etapa

a) Interação

- Reconhecimento da situação (problema);
- Familiarização com o assunto a ser modelado $\rightarrow$ (referencial teórico).

Primeiramente, procura-se reconhecer e delimitar a situação-problema e, então, fazer um estudo aprofundado sobre o assunto de modo indireto (por meio de livros e revistas especializadas, entre outros) ou direto, *in loco* (por meio da experiência em campo, de dados experimentais obtidos com especialistas da área). É importante que o professor demonstre interesse sobre o tema a ser estudado, podendo assim contribuir de forma significativa para a motivação do aluno.

Para o reconhecimento da situação-problema e familiarização com o assunto a ser modelado, devem-se coletar e processar informações para inferir hipóteses tomando o cuidado ao descrever as relações existentes entre as variáveis do problema. Embora esta etapa esteja subdividida em duas, não obedece a uma ordem rígida tampouco se finda ao passar para a etapa seguinte. A situação-problema torna-se cada vez mais clara, à medida que se vai interagindo com os dados.

2ª Etapa

b) matematização

Nesta etapa, o processo da modelagem é mais complexo, a qual exige uma técnica matemática que o professor deverá utilizar, para chegar a uma solução, pois se a teoria matemática existente não for adequada, terá que ser construída. É aqui que se dá a "tradução" da situação-problema para a linguagem matemática. Intuição, criatividade e experiência acumulada são elementos indispensáveis ao professor/pesquisador neste processo.

1) Formulação do problema $\rightarrow$ (hipóteses).

Nesta etapa é especialmente importante:

- classificar as informações (relevantes e não relevantes), identificando fatos envolvidos;

- decidir quais os fatos a serem perseguidos, levantando hipóteses;
- selecionar variáveis relevantes e constantes envolvidas;
- selecionar símbolos apropriados para essas variáveis;
- descrever essas relações em termos matemáticos.

O objetivo principal dessa etapa do processo de modelar é chegar a um conjunto de expressões aritméticas ou fórmulas ou equações ou expressões algébricas ou gráficos ou representações ou programas computacionais, que levem à solução ou permitam a dedução de uma solução.

2) Resolução do problema em termos de modelo.

Para que o conteúdo não se restrinja ao modelo, pode-se apresentar aos alunos, durante esse processo, exemplos análogos, pois darão uma visão mais clara sobre o assunto apresentado, e permitirão ampliar o leque de aplicações matemáticas, validando a sua importância. Também pode se propor a resolução de exercícios convencionais, aplicações e demonstrações, para avaliar se os conceitos apresentados foram aprendidos.

Uma vez formulada a situação-problema, passa-se à resolução ou análise com o “ferramental” matemático de que se dispõe. O computador pode ser um instrumento importante, especialmente em situação-problema que não foi possível resolver por processos contínuos, uma vez que se obtenham resultados aproximados por processos discretos.

Cabe salientar que muitos modelos matemáticos não resolvidos no século passado levaram ao desenvolvimento de outros ramos da Matemática.

3ª Etapa

c) modelo matemático

Para a aceitação ou não do modelo, torna-se necessário uma avaliação, para verificar em que nível ele se aproxima da situação-problema representada e, a partir daí, verificar também o grau de confiabilidade na sua utilização. Dessa forma, do resultado verificado e deduzido da aplicação, faz-se:

1. a interpretação do modelo, analisando as implicações da solução derivada daquele que está sendo investigado;

2. a verificação de sua adequabilidade, retornando à situação-problema investigada e avaliando quão significativa e relevante é a solução - validação.

Se o modelo não atender às necessidades que geraram, o processo deve ser retomado na segunda etapa – matematização – mudando ou ajustando hipóteses, variáveis etc.

“É importante, ao concluir o modelo, a elaboração de um relatório que registre todas as facetas do desenvolvimento, a fim de propiciar seu uso de forma adequada” (BIEMBENGUT, 1999 *apud* BIEMBENGUT, 2000, p. 15).

Nesse enfoque, o professor assume características diferentes da tradicional, assume o papel de mediador da relação ensino e aprendizagem, devendo orientar o trabalho tirando e colocando novos pontos de vista em relação ao problema e outros aspectos que permitam aos alunos pensarem sobre o assunto. Segundo Barbosa (1999), a modelagem redefine o papel das dúvidas e do professor no momento em que ele perde o caráter de detentor e transmissor do saber para ser entendido como aquele que está na condução das atividades, numa posição de participante.

De fato, uma Modelagem Matemática eficiente permite analisar e explicar um problema e tomar decisões sobre o mesmo. Coletar informações, formular hipóteses e testá-las, obter modelos e validá-los ou não, para determinada situação. Além de tornar a matemática escolar mais interessante, oportuniza ao aluno o processo de reflexão. Essa reflexão faz com que o aluno compreenda a sua ação, reorganize ou aprofunde o seu conhecimento acerca do problema em estudo e, interagindo os conhecimentos construídos, desenvolve sua competência profissional futura.

O aluno, futuro profissional, envolvendo-se com a modelagem, terá condições de estar atento aos padrões dos fenômenos, tornando-se capaz de descrever, observar e propor modelos ousados e ou simplificados, e, ao mesmo tempo, tornar-se engenhoso ao propor formas de testá-los que sejam compatíveis com os limites do ambiente em ação.

O ambiente de modelagem está associado à problematização e investigação, aquele refere-se ao ato de criar perguntas e/ou problemas, enquanto este, à busca, à seleção, à organização e à manipulação de informações, bem como à reflexão sobre elas. Ambas as atividades não são separadas, mas articuladas no processo de envolvimento dos alunos para abordar a atividade proposta (BARBOSA, 1999).

Nesse sentido, a Modelagem Matemática reorganiza a dinâmica da sala de aula, podendo alterar o foco puramente matemático, para um contexto em que a matemática está implícita, como por exemplo, em experimentos na área de Ciências Naturais em Feiras de Ciências.

1.2 Modelagem Matemática no Brasil

No Brasil, a Modelagem Matemática começa a ser alterada, mediante a aplicação no processo de ensino aprendizagem. Segundo o professor Dr. Dionísio Burak, professor titular da Universidade Estadual de Ponta Grossa (PR), a Modelagem Matemática começou a ser trabalhada, na década 80 na Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, por um grupo de professores especialistas em Biomatemática coordenados pelo professor Rodney Carlos Bassanezi (FREITAS, 2006, p. 18).

Os estudos iniciais sobre o assunto estavam relacionados a modelos de crescimento cancerígeno. Na educação brasileira, a Modelagem Matemática teve início em 1983 no curso de especialização de professores da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Guarapuava – FAFIGU (PR) (SILVEIRA, 2007, p.35-36).

Os estudos sobre Modelagem Matemática no Brasil têm menos de 30 anos. Dentre os precursores, destacam-se os professores doutores Ubiratan D’Ambrosio, Rudney Carlos Bassanezi e Aristides C. Barreto. A consolidação tem-se dado pelos ex-orientados desses e por seus adeptos a partir de Cursos de Extensão e pós-graduação ocorridos no país.

Apesar do desenvolvimento crescente da Modelagem Matemática como método de ensino, não se dispõe de dados que permitam identificar onde, como, quem e quantos professores o implantam, ou seja, um mapeamento que aponte a abrangência e entendimento desse método (BIEMBENGUT, 2003).

Segundo Biembengut (2003), “Atualmente, vem se buscando aprimorar os métodos de organizar e classificar os dados de forma a tornar mais aparentes dos problemas enfrentados pelo pesquisador e proporcionar base sólida para que ele possa melhor avaliar ou entender as questões investigadas. Dentre os métodos, figura-se o mapeamento por permitir estabelecer imagens da realidade e dar sentido às diversas informações, captando características relevantes e representando-as por meios inteligíveis” (BIEMBENGUT, 2003, p. 11).

Barbosa (2007) desenvolve algumas reflexões sobre a Modelagem Matemática na Educação Matemática no Brasil no artigo que tem como título: ***Sobre a Pesquisa em Modelagem Matemática no Brasil.*** O argumento pela necessidade dessa pesquisa é refletir sobre a natureza e os critérios de qualidade da produção científica da comunidade de pesquisadores. A preocupação central, que orienta o presente texto, é a comunidade científica de Modelagem Matemática, isto é, O que é ela? Como é sua prática? Quais são seus desafios?

Segundo Kuhn (1997, p. 221), “uma comunidade científica é formada pelos praticantes de uma especialidade científica”. Nesse caso, devem os pesquisadores em Modelagem Matemática, refletirem e se posicionarem para justificar a existência de uma comunidade científica de modelagem no Brasil.

Podem ter comunidades de muitos níveis, ou seja, comunidades menores no interior de outras maiores. Esse parece ser o nosso caso, já que podemos ter pesquisadores que atuam em outras comunidades também, como por exemplo, na Formação de Professores e Modelagem, Tecnologias Informáticas e Modelagem. (KHUN, 1997, p. 118)

Desse modo, podemos ter pesquisadores que atuam também em comunidades externas à da Educação Matemática, como Matemática Aplicada, Educação, Ensino de Ciências, etc.

O crescimento do interesse por Modelagem Matemática, no campo da Educação Matemática tem sido visível nas últimas décadas. Esse crescimento tem impulsionado a configuração de uma comunidade brasileira de pesquisadores em modelagem, por estar relacionada à produção de dissertações e teses. (FIORENTINI, 1996; SILVEIRA, 2007).

O primeiro balanço no país foi realizado por Fiorentini (1996). Esse autor analisou os 15 trabalhos concluídos no período de 1976 – 1994. Segundo a argumentação dessa análise, esses estudos pioneiros possuíam o mérito de mostrar novas possibilidades para a educação matemática, porém ainda demandavam maior rigor científico, detendo-se mais na argumentação pela inclusão da modelagem na sala de aula.

Recentemente, Silveira (2007, p. 48-49) realizou um levantamento da produção de dissertações e teses publicadas até 2005, mostrando que haviam sido publicadas 54 dissertações e 11 teses sobre o tema. É importante salientar a criação pela Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior (CAPES), em 2001, do Comitê de Ensino de Ciências e Matemática, de modo que foram autorizados novos cursos de pós-graduação nesta área.

Um dos fatores para esse crescimento, refere-se à formação de novos doutores no país, que passaram a orientar dissertações e teses sobre Modelagem, bem como o caso de pesquisadores que atuam em outros campos e migraram para o da Modelagem Matemática.

O interesse desta autora não é de fazer análise sobre o crescimento do Campo da Educação Matemática, mas sublinhar o crescimento da produção de dissertações e teses sobre Modelagem Matemática, o que provavelmente, deve se refletir na produção de artigos e periódicos.

Segundo Barbosa (2007), relacionando os trabalhos de Fiorentini (1996), Silveira (2007) e a breve retomada histórica da criação da CNMEM (Conferência Nacional de Modelagem Matemática na Educação Matemática) e do GTMM/SBEM (Grupo de trabalho sobre Modelagem Matemática/Sociedade Brasileira de Educação Matemática), sugere que podemos dividir a trajetória do movimento científico da Modelagem Matemática no país em dois momentos.

No primeiro, ocorrido em meados de 2000, é marcado pela produção de dissertações/teses em torno de 2 ou 3 unidades/ano e pela ausência de espaços específicos para o debate científico. No segundo momento, observamos a produção de dissertações/teses em torno de 8 ou 9 unidades/ano e a constituição e consolidação de espaços particulares para o debate científico, a saber, a CNMEM e o GTMM/SBEM.

Há também um componente territorial nesses dois momentos. No primeiro, grande parte da produção científica estava concentrada em duas instituições, UNESP (Universidade Estadual Paulista) e UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas). (FIORENTINI, 1996;

SILVEIRA, 2007). No segundo momento, pode-se notar uma maior descentralização, envolvendo instituições da região Norte, Nordeste e Sul do país (SILVEIRA, 2007).

Outra evidência desse aspecto pode ser notado no livro que, atualmente, o GTMM/SBEM está organizando (BARBOSA; CALDEIRA; ARAÚJO, 2007). É composto por 15 capítulos, que expressam pesquisas realizadas em 14 instituições de 8 Estados da Federação.

Então, pode-se dizer que existe uma comunidade científica em Modelagem no Brasil? Para discutir essa questão, na caracterização de Kuhn (1997, p. 220) acerca das comunidades científicas, ao usar seus critérios, parece legítimo dizer que há um objeto claro que nos unifica, a Modelagem, e temos uma comunicação relativamente ampla através de eventos, bancas de defesas de dissertações e teses, publicações, etc. Porém, seguindo ainda a conceituação de Kuhn (1997, p.193), não nos encaixamos bem na característica de ter tido uma mesma iniciação profissional, já que me parece razoável dizer que os pesquisadores em Modelagem possuem uma formação e trajetória profissional heterogênea, em grande medida pela jovem idade da comunidade. Igualmente, a característica de usar uma mesma literatura especializada não se aplica bem, como será mostrado adiante, no caso de nossa comunidade. (BARBOSA, 2007).

Entretanto, talvez esses dois últimos aspectos, sobre a iniciação profissional e a literatura especializada, não se aplicam totalmente à Educação Matemática e às comunidades que existem no seu interior. Pela natureza do objeto, multifacetado, atravessado por dimensões sociais, culturais, [...], parece-me desejável ter a presença de pesquisadores de diferentes trajetórias profissionais, trazendo contribuições de outros campos, mas mantendo os compromissos consensuados da comunidade. (BARBOSA, 2007).

O mesmo autor relata que a característica da literatura especializada deve ser relativizada, já que não podemos prescindir dos avanços teóricos ocorridos em outros campos. Portanto, a noção de comunidades científicas merece releitura para dar conta de casos particulares como o da Educação Matemática e suas comunidades.

Barbosa (2007) argumenta que existe uma comunidade científica de Modelagem no país, a qual se encontra em processo de consolidação. Ela possui fortes perspectivas de crescimento e de maior consolidação, já que muitos de seus membros estão envolvidos na formação de novos doutores, dos quais se espera que se envolvam na formação de outros pesquisadores, e na teorização do campo.

Segundo Barbosa (2007), o crescimento e a consolidação da comunidade de Modelagem não dependem apenas de aspectos numéricos, mas em particular de sua produção científica. Através dela, podemos contribuir para a consolidação do campo maior da Educação Matemática e, em última instância, oferecer subsídios para a sociedade. Como decorrência, argumenta-se que a comunidade necessita fazer uma reflexão mais sistemática sobre a prática de pesquisa em Modelagem.

1.3 Algumas experiências desenvolvidas no ensino de matemática com a aplicação da Modelagem Matemática

Podem-se destacar trabalhos ligados à Modelagem Matemática desenvolvidos a partir de temas não matemáticos por pesquisadores brasileiros.

Uma das experiências desenvolvidas foi a do então mestrando da Universidade Luterana do Brasil no ano de 2006, Paulo Roberto Ribeiro Vargas. Seu trabalho tem como título "Modelagem Matemática: Um Ambiente de Ensino e Aprendizagem Significante na 8ª série do Ensino Fundamental". A pesquisa foi realizada com os alunos de uma escola pública da rede municipal, com alunos de oitavas séries, na disciplina de matemática, no segundo semestre de 2005. Segundo Vargas (2006, p. 10), "com essa estratégia, acredito que podemos relacionar conteúdos matemáticos com a realidade do aluno, tornando o ensino da matemática mais significante". O referido trabalho tem como fundamentação teórica dos autores Rodney Bassanezi e Jonei Cerqueira Barbosa, destacando a perspectiva rogeriana, na qual relaciona o ensino da Modelagem como uma possibilidade de tornar a aprendizagem significante[1]. O objetivo principal do trabalho foi investigar como o conhecimento do dia-a-dia influencia numa aprendizagem significante em um ambiente de Modelagem Matemática. Naquele trabalho, foi utilizada a Modelagem Matemática do terceiro nível, assim classificada por Barbosa (2001), pois os alunos foram responsáveis pela escolha do tema, formulação das hipóteses, coleta de materiais e resolução dos problemas propostos. Segundo Vargas (2006,

[1] Aprendizagem significante é, para Rogers (1978), mais do que uma acumulação de fatos. É uma aprendizagem que provoca uma modificação, quer no comportamento do indivíduo, na orientação da ação futura que escolhe, ou nas suas atitudes e na sua personalidade. É uma aprendizagem penetrante que não se limita a um aumento de conhecimentos.

p.20), os alunos escolheram os temas de sua preferência, sendo: Drogas, Salário mínimo, Música, Esportes, Moda e Carros e Motos.

Esta pesquisa deixa claro que o trabalho incentivou os alunos a pensarem de forma independente, onde educando e educador criaram novos ambientes de aprendizagem, oportunizando trocas de experiências e despertando no aluno atitude de investigação e de questionamento. Ressalta, ainda, a importância que o projeto proporcionou ao desenvolver um ensino não centrado somente no professor, mas também num processo colaborativo, em que professor e aluno permitiam ser aprendizes. Dessa forma, a matemática tornou-se mais ligada à realidade do aluno, a fim de estimular o pensamento lógico e incentivar o gosto pelo ensino da disciplina, tornando-o mais crítico e significante. O pesquisador afirma ter um conhecimento considerável e acredita que poderia ter feito melhor, pois faltou um estudo mais aprofundado com outros autores que trabalham com Modelagem Matemática.

Outra experiência desenvolvida foi a do então mestrando da Universidade Luterana do Brasil, no ano de 2006, César Augusto Machado Freitas. Seu trabalho tem como título “Modelagem Matemática da *Araucaria Angustifolia* nos Campos de Lages, Santa Catarina: Uma proposta Metodológica Regional para o Estudo do Cálculo Diferencial e Integral em Sala de aula”. O referido trabalho investiga se acadêmicos da disciplina de cálculo diferencial e integral, a partir da modelagem, podem desenvolver estudos relacionados a problemas de sua região. A pesquisa foi fundamentada na visão teórica do professor Rodney Bassanezi sobre o papel da Modelagem Matemática no contexto educacional. Segundo Freitas (2006, p. 13):

> a aplicação da Modelagem Matemática no ensino, pode fazer com que o professor busque novas metodologias de aprendizagem, estimulando assim, o desenvolvimento do raciocínio lógico matemático do aluno, colocando-o frente à aplicabilidade dos cálculos, tornando-os mais compreensíveis no cotidiano do aluno, desde que se utilize de modelos para resolvê-los, compreendendo melhor as questões relacionadas com sua região a partir de estudos desenvolvidos em sala de aula.

A pesquisa foi desenvolvida com os acadêmicos da terceira fase do Curso de Ciências da Computação das Faculdades Integradas da Rede de Ensino UNIVEST (FACVEST) do primeiro semestre de 2006 da disciplina de Cálculo II. A turma foi dividida em grupos, e a partir de uma aula de campo, os acadêmicos escolheram seu trabalho relacionando com algum aspecto da *Araucaria angustifolia*, para assim dar início à pesquisa.

Os modelos matemáticos foram: crescimento da espécie em função da idade; quantidade de casca do tronco; modelo para cálculo do volume do tronco da araucária; equação da curva dos galhos de araucária adulta e modelo para cálculo da altura da *Araucária angustifolia.*

A referida pesquisa conclui que a aplicação da Modelagem Matemática nas aulas de cálculo, junto aos estudantes, possibilitou um melhor entendimento dos processos de derivação e integração. O pesquisador afirma que os trabalhos apresentados pelos grupos, atingiram todos os objetivos estabelecidos e, que os modelos matemáticos construídos pelos alunos, enfatizaram a criatividade, a compreensão e a reflexão sobre problemas regionais ligados à realidade, sendo que os alunos estabeleceram suas estratégias e experiências na compreensão do cálculo, no estudo de uma situação problema. Nesse contexto, os alunos tiveram uma participação mais ativa no processo ensino-aprendizagem saindo da posição de meros ouvintes.

Outro trabalho que se destacou foi a pesquisa realizada em sala de aula, na disciplina de Matemática Aplicada no 1º Semestre de 2004, pela professora Bênia Costa Rilho, que teve como orientação a Professora Drª. Marilaine de Fraga Sant'Ana, apresentada na Universidade Luterana do Brasil, no ano de 2005. O referido trabalho definido pelo tema "Uma experiência em Ensino Aprendizagem: modelos de fundos de investimentos e derivadas", também, investiga a aprendizagem de derivadas a partir de estudo de fundos de investimentos. Para tal, apóia-se principalmente na visão teórica de Ubiratan D'Ambrósio e de Rodney Bassanezi sobre o verdadeiro papel da educação e, em particular, da Modelagem Matemática na formação da pessoa cidadã, fundamentando essa visão na pesquisa-ação de Carr-Kemmis e no conceito de aprendizagem significativa de David Ausubel. A pesquisa foi desenvolvida com os acadêmicos das Faculdades Rio-Grandense (FARGS), do curso de Administração de Empresas. Em grupos de, no máximo, quatro alunos, eles tiveram de escolher um fundo de investimento para fazer uma simulação de uma aplicação e, sobre essa simulação, construíram um modelo matemático que serviu como base para o entendimento das derivadas.

A autora conclui que houve aprendizagem do conteúdo derivadas e que os modelos no estudo de fundos de investimentos desempenham papel determinante no aprendizado e compreensão dos alunos, sendo que esses podem estar mais aptos a atuar no campo econômico atual.

Observa-se a importância dessas pesquisas, uma vez que a Modelagem Matemática quando ligada ao processo ensino aprendizagem, apresenta condições de fluir em todos os níveis de escolaridade. Podemos, dessa forma, entender por Modelagem Matemática um ambiente de aprendizagem no qual o aluno é convidado a investigar situações da realidade de diferentes áreas, podendo contemplar e abranger os conteúdos ou objetivos até mesmo de outras disciplinas.

Diante dessas pesquisas citadas, percebe-se que a Modelagem Matemática pode contribuir para a aquisição do conhecimento do aluno, pois a matemática quando ensinada de forma vinculada à realidade, onde o professor, preparado metodologicamente, pode auxiliá-lo na interpretação de situações originárias ligadas ao seu cotidiano.

A Revista de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Luterana do Brasil, denominada "*Acta Scientiae*" apresenta, em sua edição, artigos ligados à educação matemática dando ênfase à Modelagem Matemática. Em seu volume 8, número 2 (jul./dez. 2006), há a publicação do artigo de MSc. César Augusto Machado Freitas e Drª Marilaine de Fraga Sant'Ana, sobre "Modelo matemático do Crescimento da *Araucaria angustifolia*. Aplicação da Modelagem Matemática no ensino do cálculo diferencial e integral". Esse artigo apresenta o relato e as reflexões decorrentes da aplicação da Modelagem Matemática como estratégia de ensino no caso específico para acadêmicos da terceira fase do curso de Ciências da computação das faculdades Integradas UNIVEST – FACVEST em Lages – SC, na disciplina de cálculo. Segundo Freitas (2006):

> acreditando no potencial da Modelagem Matemática para a integração em Matemática do estudante universitário e a investigação de problemas regionais, foi proposto um projeto de pesquisa para a dissertação do mestrado, que aborda um estudo sobre a *Araucária Angustifólia*, pelo fato desta vegetação ser predominante na região até o século passado e agora sofre efeitos de uma elevada devastação.

Em contato direto com a araucária em aula de campo, deu-se início à coleta de informações, organização das etapas a serem aplicadas no objetivo de se definir o modelo matemático para representar o crescimento da *Araucaria angustifolia*.

É fundamental destacar nesse artigo de Sant'Ana e Freitas (2006, p. 40 - 41), que além de ter caráter interdisciplinar, o modelo foi formulado de acordo com a natureza dos fenômenos analisados e classificados conforme o tipo de matemática utilizada.

Bender (2000) define modelo matemático como a construção matemática abstrata e simplificada e esta relacionada a uma parte da realidade e criada para um propósito particular. Já Bassanezi (2002) define como sendo um conjunto de símbolos e relações matemáticos que representam de alguma forma o objeto estudado, que apresenta uma linguagem concisa na formulação do modelo, expressando as idéias de maneira clara e sem ambigüidades.

Os autores relatam que, para a montagem do modelo, os alunos apresentaram em sala de aula uma tabela de produção ligada a *Araucária Angustifólia*, com dados sobre a idade, o número de árvores e altura média.

Durante a construção do modelo, foram constatadas dificuldades do levantamento das variáveis com o fenômeno do crescimento em função da idade. Esse problema foi resolvido a partir da observação detalhada dos dados entre as colunas de idade e o comportamento da altura média, e assim concluíram que a relação crescimento em função do tempo, fisicamente representava velocidade de crescimento e que, quanto maior o tempo (idade), menor era a velocidade de crescimento. Calcularam a velocidade de crescimento, acrescentando esse dado como uma nova coluna na tabela. Processaram, dessa forma, sucessivamente, obtendo a coluna velocidade média de crescimento em metros por ano, conforme relata Sant'Ana e Freitas (2006, p. 42).

Como recurso para representar a tendência de uma variável *y* em função de outra variável *x*, a regressão ou ajuste de curvas são os mais utilizados. Os ajustes são diversos, no caso, para esse modelo, foi utilizado o ajuste de curvas do *software Microsoft Excel*, em que os alunos recorreram como um elemento a mais para a validação do modelo.

Modelos matemáticos, como esse apresentado nesse artigo, podem ser construídos com os alunos em sala de aula, auxiliando, dessa forma, a melhor compreensão da aplicação das técnicas de derivação e integração. Assim, o aluno interessado em estudar essa disciplina, de forma mais objetiva, se motivará em aplicar tais técnicas no estudo de problemas de seu cotidiano, segundo Sant'Ana e Freitas (2006, p. 45).

Dessa forma, o artigo vem contribuir com a idéia de se utilizar a Modelagem Matemática em sala de aula envolvendo, além da matemática, outras disciplinas ou até problemas ambientais, favorecendo no processo ensino aprendizagem como elemento motivador do aluno num contexto interdisciplinar.

2 FEIRAS DE CIÊNCIAS

As Feiras de Ciências constituem uma atividade em que o aluno realiza trabalhos de investigação científica, para posteriormente apresentar e discutir os resultados obtidos. Esse trabalho oportuniza ao professor verificar as modificações comportamentais do aluno, o desenvolvimento da sua capacidade de raciocínio e a evolução de conhecimento no campo técnico-científico, através do envolvimento nos currículos formais de atividades investigatórias, constituindo-se, então, em atividades, meios para a Escola. (OAIGEN; PEREIRA, 2000 p.15).

Segundo Oaigen (2000), os trabalhos desenvolvidos e apresentados em Feiras de Ciências são considerados um poderoso instrumento de formação científica nas escolas. José Reis, considerado um ícone da divulgação científica no Brasil, se referiu à Feira de Ciências como uma “revolução pedagógica” (PAVÃO, 2005). Historicamente, as Feiras de Ciências ganharam força na “década de 60 e 70” no bojo da tendência do ensino experimental das ciências, uma onda determinada, principalmente, pela reação americana ao sucesso da União Soviética no programa espacial. Hoje, embora em certos casos sejam utilizadas de uma forma equivocada, as feiras continuam exercendo uma ação revolucionária no ensino das ciências e na educação (PAVÃO, 2005).

Em uma pesquisa realizada em Feiras de Ciências, evidenciaram-se vários benefícios e modificações tanto em professores quanto em alunos participantes (MANCUSO, l993). Entre eles podemos citar:

1) crescimento pessoal / vivências / conhecimentos (Ex.: "maior visão do processo educativo", "amplia conhecimentos", "crescer intelectualmente", "aprender coisas e novas técnicas",...);

2) comunicação / relacionamentos / intercâmbios (Ex.: "troca de idéias", "relacionamento com outras pessoas e realidades", "lidar com o público", "diminui a timidez", "intercâmbio cultural",...);

3) hábitos / atitudes / habilidades (Ex.: amizade, abstração, autoconfiança, iniciativa, responsabilidade e amadurecimento, equilíbrio, atenção, reflexão e análise...);

4) criticidade / capacidade de avaliar (Ex.: "desenvolve pensamento crítico", "auto-conhecimento", "conhecer suas limitações e reconhecer o trabalho do outro");

5) estímulo / envolvimento / motivação (Ex.: "maior envolvimento com o processo", "estímulo ao crescimento pela mudança", "cresce o interesse por coisas novas", "fica mais estimulado",...);

6) criatividade / inovações (Ex.: "mais idéias", "visão diferente", "novos trabalhos", "consciência criativa",...);

7) politização (Ex.: "forma consciência crítica e responsável", "favorece a tomada de decisões", "propicia lideranças", "amplia visão de mundo", "volta-se para interesses da comunidade",...).

Segundo Oaigen, Pereira e Hennig (2000 p. 38), nos trabalhos em Feiras de Ciências, os estudantes, através de seus experimentos, buscavam respostas às questões desafiantes do cotidiano ou de suas disciplinas. A partir do conhecimento e da interação com a sua realidade, o aluno tem as mais variadas oportunidades, de “fazer, pensar e sentir”, aliando o prazer de aprender à satisfação de cumprir o dever e de participar de um evento junto à comunidade, de forma consciente e atuante.

Do ponto de vista metodológico, as Feiras de Ciências podem ser utilizadas para repetição de experiências realizadas em sala de aula; montagem de exposições com fins demonstrativos; como estímulo para aprofundar estudos e buscas de novos conhecimentos; oportunidade de proximidade com a comunidade científica; espaço para iniciação científica; desenvolvimento do espírito criativo; discussão de problemas sociais e integração escola-sociedade.

A escolha do tema deve ter a participação do aluno, buscando desde o início a motivação para o levantamento de questões. O investigativo e o demonstrativo devem estar integrados. Conhecimento, socialização, atitudes, habilidades, argumentação e resolução de problemas são aspectos metodológicos que podem ser ricamente trabalhados. (PAVÃO, 2005).

> O mundo atual, [...], necessita da produção de um conhecimento útil e não estéril ao longo do desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem. Não importando o grau de ensino em que ocorra, deve possibilitar o incentivo constante, a utilização de estratégias adequadas à Educação Cientifica ativa e a formação de cidadãos capazes de intervir na sua realidade [...] (OAIGEN, PEREIRA, 2000, p.45).

Existe, hoje, uma tentativa de reorientar a escola para este caminho, no sentido de que a escola comece a se voltar para as necessidades sociais, econômicas e políticas, dentro de um contexto onde o aluno se encontra inserido e que, ao longo de sua história, fará parte da sociedade.

A Educação Científica e sua iniciação, principalmente, deve ser presença viva no processo de transformação da sociedade, através da formação do homem vivo e atuante na sua comunidade.

2.1 Feiras de Ciências e o processo ensino e aprendizagem

Atualmente, o processo de ensino-aprendizagem não pode estar desvinculado da Iniciação à Educação Científica. Devido ao avanço das novas tecnologias e entre diversas áreas de conhecimento, as escolas devem repensar sua ação pedagógica, promovendo a Educação nos alunos, através da Iniciação à Educação Científica.

Segundo Oaigen (1996, p.19), destaca a necessidade da Escola atual possibilitar o desenvolvimento de um processo que caracterize a produção científica como fator fundamental na formação de cidadãos críticos, pensantes e emancipados. Isso só acontecerá quando, efetivamente, vivenciarmos um processo de pesquisa, isto é, a Iniciação Científica, em todos os níveis de ensino.

Sabe-se que, para os alunos, existe um alto grau de desvinculação entre atividades científica e a vida cotidiana. Em geral, não há entre eles consciência a respeito da medida em que a atividade científico-tecnológica participa e afeta a realidade diária. A imagem do cientista na sociedade corresponde a um tipo de modelo muito marcado (distante), que para os alunos a ciência é chata, pouco útil e muito difícil, na sua grande maioria.

É importante considerar a Iniciação Científica na construção do conhecimento dos alunos uma vez que, resulta numa melhor qualidade de vida. Quando os alunos vivenciam o processo da Iniciação Científica, passam a desenvolver sua autonomia e criatividade.

> A produção científica e as relações da produção do conhecimento passam pela capacidade crítica e inovadora da criança que, diante do problema, cria competência e segurança para a busca de alternativas de solução, envolvendo-se em processo ativo, dinâmico e criativo (OAIGEN; PEREIRA, 2000, p. 247).

Mais do que qualquer época, a escola tem um papel dos mais relevantes no processo dessa cultura, pois o conhecimento e os valores da cidadania são indispensáveis para a compreensão da vida, para o desenvolvimento do pensamento crítico e autônomo.

A vivência da Iniciação à Educação Científica na escola encontra dificuldade, devido à manipulação do processo ensino-aprendizagem, em que se priorizam conteúdos e abordagens, muitas vezes, pouco significativas.

A Iniciação à Educação Científica deve ser presença viva no processo da sociedade através da formação do homem vivo e atuante na sua comunidade. Esses aspectos possibilitam a transformação do aluno – ouvinte em homem – atuante, crítico e criativo em sua sociedade (BRASIL, 1997, p. 31-35).

Na Iniciação à Educação, os alunos estão centrados na ação, no diálogo, na confrontação de idéias, nos trabalhos em equipe, na experimentação, na reflexão conjunta, ou seja, na busca de novos questionamentos. No entanto, nas salas de aula, de modo geral, não se consegue transmitir o caráter fascinante, indagador, úteis e criativos que na atividade científica se apresenta, pois, muitas vezes, há uma brecha muito ampla entre o que se considera importante fazer na escola e o que realmente é feito.

Nem sempre é possível conciliar, durante as aulas, uma ação inovadora, com uma proposta metodológica como Feiras de Ciências, onde a construção e produção científica mostram novos caminhos, novas perspectivas e a certeza de ter uma educação ativa, viva, e acima de tudo, coerente e responsável, através da construção de projetos que visam à melhorara da formação de nossos alunos.

As Feiras de Ciências são conhecidas como uma atividade pedagógica e cultural com elevado potencial motivador do ensino e da prática científica no ambiente escolar. Tanto para alunos e professores quanto para a comunidade em geral, as Feiras de Ciências vêm constituindo uma oportunidade de aprendizagem e de entendimento científico.

> Considerando que a Educação é um processo dinâmico, crítico e criativo, a mesma não pode continuar sendo apenas uma transmissão de saberes prontos, indiscutível e acabado. É necessário que a Educação se construa num processo de qualificação contínua, decorrente da valorização da crítica e da constante relação teoria-prática, a partir do seu cotidiano ou vice-versa. (OAIGEN; PEREIRA, 2000, p. 45).

Segundo Oaigen e Pereira (2000, p. 45), a utilização das atividades na iniciação científica tem possibilitado o surgimento de trabalhos para as modificações surgidas nos currículos, numa visão interdisciplinar não forçada, mas decorrente de um processo que possibilita ao jovem a autonomia e a emancipação na construção do conhecimento e de sua consciência crítica.

Nessa perspectiva, a função da formação integral dos alunos é a de facilitar a construção de conhecimentos por meio de levantamentos de problemas e da busca de soluções. Para que isso ocorra, o professor precisa criar um ambiente onde os alunos possam refletir sobre suas dúvidas, possam participar de pesquisas e que sejam estimulados a querer aprender. Assim, o ensino pode ser compreendido como prática social, processo de transmissão de conhecimentos, que exige apreensão da realidade e que articula a aprendizagem.

Segundo Oaigen e Pereira (2000, p. 15), o termo Feira é aplicado geralmente para indicar o local onde se expõem e se vendem mercadorias. A Feira de Ciências ocorre em local público, onde o aluno tem a oportunidade de expor seu trabalho, sua descoberta e resultados de uma investigação, podendo colocá-lo à disposição da comunidade.

2.2 Feiras de Ciências no Brasil

Segundo o Programa Nacional de Apoio as Feiras de Ciências da Educação Básica (FENACEB, 2006 p. 13), a partir da metade do século XX, surgiu um movimento para enfatizar o raciocínio e as atividades experimentais e ter, no âmbito das Ciências, a produção da pesquisa, onde o Ensino de Ciências era definido como tradicional, caracterizando-se por aulas somente teóricas, com conteúdos enfocando o produto final das atividades científicas.

Eram colocados em evidência somente os aspectos positivos, sem questionar a utilização do conhecimento científico pelo homem.

> O mesmo aconteceu em países mais avançados nessas áreas, [...] a ciência e seu ensino nas escolas entraram em crise no mundo ocidental, quando os russos, evidenciando supremacia científica e tecnológica, lançaram o Sputnik ao espaço. A perda do início da corrida espacial para os soviéticos justificou, nos Estados Unidos, as enormes quantias que foram dispendidas pelas entidades para levar adiante a empreitada, reunindo especialistas de renome em educação, psicologias e diferentes campos das ciências exatas e naturais (FRANCALANZA et al., 1986, p. 102).

Diante dessa crise, aconteceu uma revolução nos currículos escolares, especialmente entre norte-americanos, buscando repensar o processo educativo como um todo e, principalmente, no que se referia à educação científica. Começaram a surgir, então, os primeiros “projetos de ensino” na área científica e os projetos curriculares, dirigidos aos sistemas educacionais do Hemisfério Norte, e após nos países da América Latina. O Brasil a partir de 1963, juntamente com a Fundação Brasileira para o desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC), pioneiros na iniciação às ciências, permitiu aos professores e alunos a realização de experimentos fora do ambiente escolar.

Várias tendências pedagógicas se manifestaram na educação brasileira, ao longo desses anos. Na educação científica, além da tendência de caráter “escolanovista”[2], houve, também, o surgimento de várias outras de caráter tecnicistas, não chegando a influenciar de maneira significativa o ensino de ciências nas escolas brasileiras (FENACEB, 2006, p. 13).

No Brasil, na década de 60, teve início o movimento de formação de núcleos de professores com a incumbência de revisar o conteúdo dos projetos traduzidos e dos livros didáticos, após o período letivo, além de ministrar cursos e palestras sobre o ensino de ciências nas escolas. Assim, surgiu a necessidade da criação de organizações permanentes que cumprissem esse papel. Esses núcleos tornaram-se instituições de caráter permanente, dando origem aos Centros de Ciências. Essas organizações proporcionaram o surgimento e a consolidação de inúmeras atividades voltadas para a prática do Ensino de Ciências, como por exemplo, a divulgação científica e preparação de jovens da escola primária e secundária na Iniciação Científica, por meio de inúmeras atividades práticas, entre as quais se destacaram as Feiras de Ciências e os Clubes de Ciências (FENACEB, 2006, p.15)

---

[2] O movimento Escola Nova preocupa-se, principalmente, em ensinar o método científico, que predominou de 1945 até 1960 (FENACEB, 2006).

O mesmo movimento levou a fundação, pelo Ministério da Educação, dos primeiros Centros de Ciências no País, dedicados, principalmente, ao treinamento de professores em serviço e a encorajar atividades de observação e de laboratórios nas escolas. Assim, ficaram conhecidos pelas siglas que formavam seus nomes: CECISP (Centro de Treinamento para Professores de Ciências de São Paulo), CECIRS (Centro de Treinamento para Professores de Ciências do Rio Grande do Sul), CECIGUA (Centro de Treinamento para Professores de Ciências de Guanabara), CECIMIG (Centro de Treinamento para Professores de Ciências de Minas Gerais), CECIBA (Centro de Treinamento para Professores de Ciências da Bahia), CECINE (Centro de Treinamento para Professores de Ciências do Nordeste).

Em relação ao surgimento das primeiras Feiras de Ciências no âmbito internacional com incentivo ao Ensino de Ciências pela USP (Universidade de São Paulo), professor Luiz Ferraz Neto afirma que:

> A primeira Feira de Ciências data do início do século passado, quando um grupo de professores americanos incentivou seus alunos para que iniciassem projetos científicos individuais e os expusessem depois para seus colegas de turma e de estudo. Entretanto, é somente após a II Guerra Mundial que eles começam a ser disseminados. Em 1950, na Filadélfia (EUA), foi organizada a primeira Feira Científica que expôs trabalhos de outras feiras organizadas pelo país. A partir então, esse evento foi ganhando notoriedade e atraindo um número cada vez maior de expositores. A idéia ganhou o mundo, surgindo as primeiras Feiras Científicas Internacionais. (BRASIL *apud* FUNACEB, 2006, p. 16).

Segundo Oaigen e Pereira (2000, p. 18), os projetos considerados investigatórios como um todo refletiam basicamente uma atividade de busca para soluções de problemas, de compreensão, de fatos, de entendimentos, de princípios, de identificação e preposição de problemas, e de formulação de hipóteses com conclusões operacionais. Assim, à medida que as Feiras de Ciências ocorriam, os trabalhos apresentavam melhor qualidade.

Durante um espaço significativo de não realização de Feiras de Ciências no Rio Grande do Sul, em Santa Cruz do Sul, o programa estadual foi reativado para a realização do evento. Durante esse período, alunos e professores, que já tinham o hábito de trabalhar com pesquisa, participavam de Feiras Sul-Americanas de Ciências, que envolviam vários países da América Latina.

Assim, durante as décadas de 80 e 90, Feiras de Ciências e outras atividades voltadas à divulgação da produção científica de alunos continuaram a ser realizadas, tanto no Brasil como em outros países da América Latina. Estudantes apresentaram seus trabalhos na 1ª FEINTER (Feira Internacional de Ciências e Tecnologia Juvenil). No ano seguinte, vários países foram representados por seus estudantes na 2ª FEINTER, que aconteceu na Argentina, com a participação de diversos brasileiros. A 3ª FEINTER foi realizada em Blumenau-SC, com trabalhos de vários países da América Latina. (FENACEB, 2006 p.17)

A primeira Feira Nacional de Ciência (I FENACI) ocorreu no período de 22 a 29 de setembro de 1969, no Rio de Janeiro, no Pavilhão de São Cristóvão, reunindo 1633 trabalhos de todos os Estados e territórios brasileiros e 4079 alunos de todo Brasil, sob a coordenação e patrocínio de entidades governamentais. O evento foi de tal porte que na descrição da premiação constava de pequenos laboratórios (*kits*), microscópio, livros, bolsas de estudos, [...], além desses prêmios, para o vencedor, uma viagem de ida e volta aos Estados Unidos da América para participar da Feira Internacional da Ciência, que se realizara em Washington, em maio de 1970 (BRASIL, 1969, p. 7).

Naquela época, o apoio governamental era tão grande que, além de o projeto da Feira ser do próprio Ministro da Pasta da Educação e Cultura, Deputado Tarso Dutra, foi aprovado pelo Excelentíssimo Senhor Presidente da República, Marechal Arthur da Costa e Silva, através do Decreto nº. 64058 de 3 de fevereiro de 1969.

Durante 15 anos, a Feira Nacional adormeceu, e só voltou em 1984, na cidade de Santa Cruz do Sul-RS, quando foi realizada a II FENACI, juntamente com a VII FECIRS (VII Feira Estadual de Ciências do Rio grande do Sul). Neste evento, foram apresentados 244 trabalhos, dos quais 207 do Rio Grande do Sul. Participaram aproximadamente 600 alunos dos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Piauí.

Segundo FENACEB (2006, p. 35), o esforço e o dinamismo da equipe liderada pelo professor Edson Roberto Oaigen, da FISC (Faculdades Integradas de Santa Cruz do Sul), hoje Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), possibilitaram a realização do evento em âmbito nacional. Embora, com uma representação bem mais modesta que a primeira, a Feira foi um incentivo às feiras mais abrangentes que se sucederam nos anos seguintes.

No Rio Grande do Sul, aconteceu a III FENACI e a IX FECIRS, no ano de 1986, com apoio de um grupo de professores da cidade de Santa Rosa (Faculdade Dom Bosco e Delegacia Estadual de Educação), enfrentou o desafio de executar e concluir, com êxito, o projeto audacioso de englobar duas feiras importantes, tanto para o Estado quanto para o País.

O evento foi modesto se comparado aos anteriores, pois contou com aproximadamente 1.000 alunos e 332 trabalhos, dos quais 233 do Rio Grande do Sul e 99 de outros Estados (Santa Catarina, Paraná, Bahia, Paraíba, Amazonas, Pará e Roraima) (FENACEB, 2006, p.35).

No ano de 1992, um convênio marcado entre os governos brasileiro e uruguaio proporcionou a I Semana de Integração Científica e Tecnológica Juvenil do Cone Sul. No mesmo período, do lado brasileiro, acontecia a VI FENACI (Feira Nacional de Ciências), juntamente com a XII FECIRS (Feira Estadual de Ciências do Rio Grande do Sul) de 22 a 24 de outubro, na cidade gaúcha de Quaraí.

A FEINTER continuou a ser realizada em países da América do Sul, em sistema de rodízio, até 1995, quando ocorreu pela última vez, em Santiago do Chile. No ano seguinte, ainda em Santiago, mas já com moldes diferentes, contando com outros ramos do conhecimento, além das atividades voltadas para o trabalho científico.

Durante muitos anos, mesmo sem vinculação com Centros ou Secretarias de Educação, outras feiras importantes foram realizadas, em âmbito nacional, merecendo menção e evidência nessa retrospectiva histórica por seu papel fundamental de divulgação do conhecimento científico e no destaque de talentos estudantis.

O 1º Concurso Cientista do Amanhã foi lançado em 1957, no salão nobre da Faculdade de Medicina da USP, estando presentes autoridades como o Reitor Gabriel Teixeira de Carvalho e Anísio Teixeira. Na ocasião, o Dr. Reis teve a feliz idéia de convidar o IBECC a sediar o Concurso durante a Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). A partir de 1958, o Concurso Cientista do Amanhã começou a ser realizado nas cidades onde acontecia a Reunião Anual da SBPC (FENACEB, 2006 p.18).

Deve ser mencionada ainda, por grande importância na divulgação da ciência, a ocorrência da Mostra Nacional da Ciranda da Ciência, organizada pela Fundação Roberto Marinho e Hoechst do Brasil, realizada de 1988 até 1995, sempre na cidade de São Paulo.

Atualmente, o movimento das feiras mostra-se muito vivo em grande parte dos Estados do Brasil, em vários países da América Latina e do todo mundo. Cada vez mais, o evento procura evidenciar modos de superar a idéia de uma ciência como um conhecimento estático, para atingir uma amplitude bem maior, de ciência como processo, ciência como modo de pensar, ciência como solução de problemas (FENACEB, 2006 p.18).

2.3 Feiras de Ciências ou mostra científica?

Segundo FENACEB (2006 p. 18), pode-se definir de muitas maneiras o que se entende por um evento do tipo “Feira” ou “Amostra” científica. Durante essas últimas décadas, o nome ficou conhecido para muitos, como feira de ciências, pois estaria restrita somente aos conhecimentos relativos à área de “Ciências”, quando na realidade, o termo “ciência” pode ser entendido num sentido mais amplo, referindo-se muito mais à pesquisa cientifica em qualquer área do conhecimento.

Dessa forma, professores das disciplinas ditas “científicas” foram os primeiros a incorporarem o método científico em suas atividades práticas em sala de aula, laboratório e até mesmo em atividades extraclasse, passando a idéia que somente as atividades desenvolvidas nas áreas de Física, Química, Biologia e Ciências poderiam ser apresentadas nesses eventos. Diante desse fato, os professores de outras disciplinas sentiram-se excluídos e, desobrigados de estimularem seus alunos a desenvolver atitude investigativa.

Passado alguns anos, alguns professores de outras disciplinas foram se apropriando das técnicas específicas de investigação então conhecidas e começaram a incentivar a pesquisa em suas aulas, gerando excelentes trabalhos, já expostos por alunos em Feiras de Ciências. Apenas como título de ilustração, citar-se-ão alguns exemplos: “Causas e conseqüências do comportamento indisciplinar em sala de aula”; “O domínio dos anjos em nossas vidas”; “O teatro”; “Folclore cultivando as tradições”; “Influência da língua alemã sobre o português escrito e falado na escola”; “Principais erros de ortografia em letreiros e cartazes na cidade X”; “Erros de linguagem mais comuns na população na cidade Y”; “O estresse no período de provas de inglês”[...] (FENACEB, 2006, p.19).

Apesar da iniciativa ter sido positiva, muitos professores, na sua grande maioria, continuou ignorando a possibilidade de se fazer pesquisa científica na sua disciplina, permanecendo entre eles a idéia de que só os trabalhos de ciências devem ser expostos nas Feiras de Ciências. Essa reação de exclusividade hoje é bastante comum, ao ver eventos com variadas denominações, tais como: “Feira da Criatividade Estudantil”, “Mostra de Talentos Estudantis”, “Feira de Ciências”, “Artes e Criatividade”, “Mostra da Produção Estudantil”, “Feira de Múltiplos talentos”. “O que produzimos na nossa escola”, “Feira de Ciências e

Tecnologia", "Mostra da Produção Científica, Tecnológica e Literária", "Feira de Conhecimentos", "Feira de Ciências e Cultura".

É importante ressaltar aos professores de qualquer disciplina do currículo escolar, a importância da iniciação à pesquisa científica com seus alunos, pois é obrigação de todos e que nenhum conhecimento se mostra tão definido e acabado que não mereça ser investigado e ampliado, em todo o conhecimento humano.

2.4 Feiras de Ciências como meio provedor interdisciplinar

Diante das constantes transformações que a sociedade está passando, as necessidades das mudanças são viáveis no ensino e aprendizagem, como produção de conhecimento, desde que o professor tenha como princípio educativo a valorização da interdisciplinaridade e do conhecimento acumulado pelo aluno, proporcionando o pensamento crítico, a curiosidade e a investigação através da pesquisa.

Segundo Fazenda (2001, p. 28), já é mais do que conhecido a necessidade da mudança, da renovação nos processos educativos atuais, tendo em vista a preocupação com a unificação do saber. O que poderia acontecer, nesse momento é a tentativa de superar a visão fragmentária dos objetos e dos acontecimentos, de construir conhecimentos da totalidade das coisas e de permitir um intercâmbio entre os diversos conhecimentos. Nessa perspectiva, a interdisciplinaridade pode ser a alternativa, pois não fica apenas no campo da intenção, mas na ação, que precisa ser exercitada.

> O termo interdisciplinaridade não possui um sentido único e estável. Afirma que, com os estudos sobre o assunto, não se pretende a construção de uma superciência, mas uma proposta de apoio aos movimentos da ciência e de pesquisa, uma mudança de atitude frente ao problema do conhecimento, uma substituição da concepção fragmentária para unitária do ser humano (FAZENDA, 2001, p. 29)

Os eventos voltados para a Iniciação Científica, tipo Feira de Ciências ou Mostra Científica, se enquadram como atividades com características informais (extra-classe ou não-formais), sendo capazes de fazer com que os alunos se envolvam e vivenciem processos de investigação, construindo, assim, seu próprio conhecimento. Existem diversos problemas existentes em nossa sociedade, uma vez observados, podem constituir-se em projetos de investigação, proporcionando uma intrínseca relação entre a escola e a sociedade, aproximando esses dois mundos, que parecem tão distantes um do outro.

> Os trabalhos desenvolvidos e apresentados nas Feiras de Ciências, na sua maioria, representam síntese da metodologia ativa desenvolvida no ensino das ciências, não importando o campo de conhecimento a que está vinculado. Uma característica marcante tem sido aquela que mostra a evolução interdisciplinar da produção científica que vai desde as investigações empíricas tradicionais até as contradições que relacionam o *status* filosófico (materialismo dialético) com *status* científico (materialismo histórico), verificando-se avanços das pesquisas quantitativas para pesquisas de enfoque qualitativas, o que identifica a presença de outras áreas de conhecimento que não somente a de ciências naturais e exatas. (OAIGEN; PEREIRA, 2000, p. 17).

É considerável o caráter multidisciplinar que os projetos desenvolvidos em Feira de Ciências podem assumir, sendo, em algum momento também, a critério do professor com a devida formação, ser interdisciplinar, ou seja, o educador, pesquisador deve exceder as fronteiras do modelo tradicional de ensino no momento de ministrar suas aulas, para isso deverá ter conhecimento de outras áreas da ciência.

O movimento, como as Feiras de Ciências, tem cada vez mais procurado evidenciar modos de superar a idéia de uma ciência de conhecimento estático, para atingir uma amplitude bem maior, de ciências como processo, ciências de forma de pensar, ciências como soluções de problemas. Muitas investigações já apresentam um caráter interdisciplinar e, na maioria das vezes, estão motivadas por problemas e direcionadas às soluções existentes na própria comunidade, revelando uma contextualização de conhecimentos (FENACEB, 2004, p. 18).

Dessa forma, os eventos, como Feira de Ciências ou similares, ultrapassam as áreas das Ciências, buscando na interdisciplinaridade uma nova construção de conhecimentos, permitindo que os diferentes contextos possam ser enfocados nos diversos aspectos sociais, educacionais, tecnológicos, entre outros.

2.5 A viabilidade da constituição de Feiras de Ciências aplicando-se Modelagem Matemática

A viabilidade da constituição de Feiras de Ciências aplicando-se Modelagem Matemática surgiu na constatação de que o ensino de matemática deve envolver o aluno em situações-problemas, que o desafiem e o motivem a querer resolvê-las, e com isso estabelecer um elo entre os saberes escolares e os problemas do seu dia-a-dia.

Dessa forma, uma das vantagens é a aproximação dos professores de matemática na organização dessas Feiras. Assim, pode ocorrer a conscientização do professor de matemática com o caráter interdisciplinar, quebrando os paradigmas do ensino tradicional de matemática.

Os trabalhos de Feiras de Ciências, na sua grande maioria, são apresentados de forma isolada, uma vez que os professores de matemática sentem-se desobrigados ou até excluídos, por acharem que somente professores das disciplinas ditas “científicas” (Ciências, Química, Física e Biologia), devem orientar seus alunos para a produção da Iniciação à Pesquisa Científica.

A proposta metodológica, utilizada nesta pesquisa, une a prática com Modelagem Matemática de forma interdisciplinar, com o propósito de auxiliar no processo ensino-aprendizagem a partir de experimentos elaborados para Feiras de Ciências. Desta forma, pretende-se que o aluno ao pesquisar sobre o tema escolhido, fase de investigação, seja estimulado aos caminhos do pensar e do agir.

Portanto, por intermédio da matemática, o aluno tem oportunidade de coletar dados, explorar e interpretar mediante linguagem matemática, desenvolvendo um conhecimento mais amplo.

Acredita-se que a Modelagem Matemática, inserida nas Feiras de Ciências, pode contribuir como um recurso metodológico para um ensino de ciências e matemática contextualizado. No trabalho de revisão bibliográfica, não foi possível encontrar, nas literaturas, propostas metodológicas da utilização de Modelagem Matemática que conjuguem trabalhos em Feiras de Ciências, conclui-se então, que é uma área a ser explorada na pesquisa.

A Modelagem Matemática implica em reorganizar a dinâmica da sala de aula, deve-se, para tanto, direcionar o foco puramente matemático, para um contexto em que a matemática está implícita, como por exemplo, para experimentos na área de Ciências Naturais e apresentá-los em Feiras de Ciências.

Para exemplificar esta afirmação, apresenta-se neste trabalho o modelo matemático que estudou a função do preço do combustível em relação à quantidade de litros comprados. O grupo de alunos que trabalhou neste tema estudou a gasolina e o álcool. Empolgados com o tema o grupo debateu sobre: a relação da sociedade e combustíveis, e verificaram que o petróleo é constituído de misturas naturais, em que predominam compostos denominados hidrocarbonetos, que é formado pelos elementos químicos carbono e hidrogênio. Para que a sociedade continue o seu desenvolvimento, usar o álcool como combustível é uma das alternativas. O uso do álcool é incentivado pelo governo e de interesse dos consumidores em função de sua produção ecológica. O álcool é produzido a partir da cana-de-açúcar, matéria prima renovável, o que significa permanência e segurança em longo prazo.

O álcool representa uma grande alternativa. Produzir álcool é um negócio que fica cada vez melhor, o que explica a projeção de novas usinas em São Paulo e em outros estados. O Rio Grande do Sul, por exemplo, importa 99,8% do álcool que consome.

A pesquisa realizada no posto de gasolina permitiu obter maiores informações sobre esse combustível, esclarecendo dúvidas e construindo novos conhecimentos científicos e aproximando a matemática com o nosso dia-a-dia, como linguagem interpretativa do mundo real. O grupo fez descobertas de elementos químicos, que antes do trabalho não tinham conhecimento, fazendo uma ligação entre as disciplinas de forma interdisciplinar.

3 A PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida no segundo semestre de 2007, na disciplina de matemática, com alunos do 9º ano de Ensino Fundamental da Escola Básica Nossa Senhora do Rosário, em Lages/SC. A professora titular da disciplina, Rosélia Momm, disponibilizou duas aulas semanais nos primeiros trinta dias e após este período uma aula semanal, para a realização dos trabalhos.

Inicialmente as aulas foram ministradas às terças e quartas-feiras, das 21h15min às 22h e das 19h às 19h45min, respectivamente. Após um mês de estudos, nos meses de setembro e outubro, houve uma alteração de horários sem perda da carga horária: mantiveram-se as aulas das terças-feiras e os encontros das quartas-feiras passaram para o período contrário ao das aulas.

Participaram das atividades 25 alunos que foram divididos em grupos de trabalhos. Os grupos escolheram os seguintes temas: Energia Elétrica (consumo), Combustíveis (custo), Escoamento da água (vazão), Relógio (Pêndulo Simples), Violência no Trânsito (velocidade), *Araucária angustifólia* (volume). Desses temas, três modelos são apresentados no capítulo 5, tais como:

- um modelo matemático do consumo de energia elétrica por eletrodomésticos em função do tempo de uso;

- um modelo matemático do custo de combustíveis em relação à quantidade de litros comprados;

- um modelo matemático da altura da água em relação ao tempo de vazão.

Para serem apresentados em Feiras de Ciências esses modelos foram escolhidos por serem mais abrangentes e por serem mais ricos em dados e, portanto podem servir de instrumento para pesquisas e discussões em Educação Matemática, em torno da Modelagem Matemática, como ambiente de aprendizagem.

No início do segundo semestre, fez-se o primeiro contato com a Direção e Orientação da escola, quando foi disponibilizada a turma, em comum acordo com a professora de Matemática da turma e a direção, para o desenvolvimento da pesquisa. Devido à habilitação em Ciências de 1º Grau e Matemática Plena a pesquisadora sentiu-se segura e confiante com o desenvolvimento da pesquisa ligada diretamente a esses conteúdos.

3.1 Problema

Como o uso de Modelagem Matemática aplicada em atividades investigativas apresentadas em Feiras de Ciências contribuirá para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem construtivo, tanto para alunos como para os professores em Matemática?

3.2 Objetivos

3.2.1 Objetivo geral

Investigar o desenvolvimento de atividades investigativas apresentadas em Feiras de Ciências, usando a Modelagem Matemática, avaliando a contribuição que essa metodologia oferece ao processo ensino e aprendizagem em Matemática.

3.2.2 Objetivos específicos

- Verificar se a Modelagem Matemática, como estratégia para os conteúdos matemáticos em atividades investigativas e apresentadas em Feiras de Ciências, facilita a compreensão dos conteúdos.
- Investigar nas aplicações do uso da Modelagem Matemática em atividades investigativas apresentadas em Feiras de Ciências, quais as possibilidades e as contribuições para o desenvolvimento interdisciplinar.

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterizando a Pesquisa Qualitativa

O presente trabalho é do tipo de pesquisa qualitativa, pois tem como objetivo analisar a contribuição da Modelagem Matemática como recurso didático-pedagógico.

Araújo e Borba (2004, p. 2) enfatizam que a pesquisa qualitativa deve ter uma visão de conhecimento que esteja em sintonia com procedimentos como entrevistas, análises de vídeos, interpretações, etc. Convencionou-se chamar de pesquisa qualitativa, primeiramente os procedimentos na medida em que sua visão de conhecimento explícito admite a interferência subjetiva; o conhecimento com compreensão que é sempre contingente, negociado e não é verdade rígida. O considerado “verdadeiro”, dentro dessa concepção, é dinâmico e passível de ser mudado. Isso não quer dizer que se deva ignorar qualquer dado do tipo quantitativo ou mesmo qualquer pesquisa que seja feita baseada em outra noção de conhecimento.

Nesse sentido, Borba (2004, p.104) afirma que: “o qualitativo engloba a idéia do subjetivo, passível de expor sensações e opiniões”. Parafraseando Garnica (1997), acreditamos que a pesquisa de natureza qualitativa é um saudável exercício para a Educação, em especial, para a Educação Matemática.

Nas abordagens qualitativas, o termo pesquisa ganha novo significado, passando a ser concebido como uma trajetória circular em torno do que se deseja compreender, não se preocupando unicamente com princípios, leis e generalizações, mas voltando o olhar à qualidade, aos elementos que sejam significativos para o observador-investigador. (GARNICA, 1997).

Esse mesmo autor relata ainda que essa “compreensão”, por sua vez, não está ligada estritamente ao racional, mas é tida como uma capacidade própria do homem, imerso num contexto que constrói e do qual é parte ativa. O homem compreende porque interroga as coisas com as quais convive. “As coisas do mundo lhe são dadas à consciência que está, de modo atento, voltada para conhecê-las: o homem é já homem-no-mundo, ele percebe-se humano vivendo com outros humanos, numa relação da qual naturalmente faz parte, não podendo dissociar-se dela" (GARNICA, 1997). Assim, não existirá neutralidade do pesquisador em relação à pesquisa, forma de descobrir o mundo, pois ele atribui significados, seleciona o que do mundo quer conhecer, interage com o conhecido e se dispõe a comunicá-lo. Também não haverá "conclusões", mas uma "construção de resultados", posto que compreensões, não sendo encarceráveis, nunca serão definitivas (GARNICA, 1997).

Lüdke e André (1986) fornecem características básicas de uma pesquisa qualitativa da seguinte forma:

1. a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento;
2. os dados coletados são predominantemente descritivos;
3. a preocupação com o processo é muito maior do que com o produto;
4. o "significado" que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador;
5. a análise dos dados tende a seguir um processo indutivo. Os pesquisadores não se preocupam em buscar evidências que comprovem hipóteses definidas antes do início dos estudos. As abstrações se formam ou se consolidam basicamente a partir da inspeção dos dados num processo de baixo para cima.

Nesse trabalho de pesquisa, os alunos foram orientados a seguirem alguns passos na busca de informações de dados, os quais resultaram em relatórios semanais. Os passos são descritos no item 4.2 nomeado por Etapas.

Conforme Barbosa (2004), em seu artigo intitulado *"Modelagem Matemática: O que é? Por quê? Como?"*, cabem diferentes tarefas ao professor e ao aluno em determinadas atividades de Modelagem Matemática. Essas atividades são classificadas pelo mesmo autor como *casos*, sendo propostas três possibilidades.

No primeiro caso, o professor apresenta um problema com dados qualitativos e quantitativos, e cabe ao aluno a investigação. Nessa situação, o aluno não precisa sair da sala de aula e a atividade não é muito extensa.

No segundo caso, os alunos deparam-se com o problema para investigar e têm que sair de sala de aula para coletar dados. Ao professor, cabe a responsabilidade de formular o problema inicial e a condução das tarefas. Essa atividade consome maior tempo do que a anterior. O professor tem menos controle sobre as atividades dos alunos. O autor relata que nesse caso os alunos têm uma maior oportunidade de experimentar todas as fases da Modelagem Matemática.

No terceiro caso, com o qual nosso trabalho melhor se adaptou, trata-se de projetos envolvidos a partir de temas “não necessariamente matemáticos”, que podem ser escolhidos pelo professor ou pelos alunos. Nesse caso, a formulação do problema, a coleta de dados e a resolução dos problemas foram desenvolvidas pelos alunos, com a devida orientação do professor.

Nesse aspecto, o professor tem menos controle sobre as atividades dos alunos e atua como um orientador e mediador. Os alunos, por sua vez trabalham com uma maior oportunidade de experimentar todas as fases do processo de Modelagem. Assim, os dados coletados nesse tipo de pesquisa, são analisados de forma crítica e descritiva. O pesquisador, juntamente com os alunos, deve ter sensatez ao definir as variáveis na formulação dos modelos, para não cometer o erro de acharem que tudo seja verdadeiro ou válido.

Para a coleta de dados, foram utilizados instrumentos como levantamento bibliográfico em livros ligados à área do conhecimento, artigos eletrônicos em sites educativos (controlados pela Escola), saídas de campo para levantamento de dados como objeto de estudo, resultando em um relatório de bordo.

Os modelos foram definidos em sala de aula a critério dos próprios alunos, que encontraram as variáveis envolvidas em cada situação, relacionados em aspectos referentes aos experimentos.

4.2 Etapas

Na fase inicial da pesquisa, foi aplicado um questionário (Apêndice A) com a finalidade de levantar dados sobre o perfil dos alunos pesquisados, como também, para facilitar na elaboração das etapas da pesquisa e para identificar as percepções dos alunos sobre o ensino de Matemática. Apresentou-se, neste questionário, quinze questões com o objetivo de analisar como o aluno vê a disciplina de Matemática relacionada com aplicações no seu cotidiano.

O trabalho com os alunos divide-se nas seguintes etapas: na produção de seus trabalhos: no uso da Modelagem Matemática em experimentos de ciências e a exposição na Feira de Ciências.

A produção dos trabalhos se procedeu em grupos de, no máximo, quatro alunos.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, os encontros foram semanais, de forma que os grupos através de um relatório de bordo faziam registros a cada encontro.

Cada grupo recebeu um relatório para fazer o registro (Apêndice B), contendo questões de como fazer levantamento das informações relacionadas com o trabalho, estratégias para a sua montagem e mencionar as dificuldades encontradas durante o desenvolvimento do trabalho, conforme o tema escolhido.

Durante as etapas (encontros) da pesquisa, fez-se registro através de fotos e algumas gravações, também se realizaram saídas de campo com alguns grupos. Em seguida, o material foi transcrito a partir dos comentários e dos relatos dos grupos, para o relatório de bordo.

Para coleta de dados dessa pesquisa, foram feitos os seguintes encontros:

1º) no dia 15/08/2007 os alunos foram convidados a participar da Feira de Ciências. Foi apresentada uma proposta de como aplicar o tema do projeto (os grupos escolheram os temas) com o uso da Modelagem Matemática. Nessa aula, foi apresentado um exemplo, a partir de um tema “não-matemático”. Esse exemplo foi de forma simples e esclarecedora, para facilitar o entendimento no processo da investigação da pesquisa. Nessa mesma aula, foi dado aos mesmos, a liberdade para utilizar bibliografias, artigos, softwares (ex: Excel) e interpretação gráfica. Foi explicado como seria o funcionamento dos trabalhos e como seria a apresentação para a Feira de Ciências. Os alunos ficaram empolgados em participar do projeto, pois até então, não tinham percebido que poderiam usar a matemática em outras áreas do conhecimento. Nesse dia, também ficou definido o dia da apresentação para a Feira de Ciências, que aconteceu em 09/11/2007;

2º) no segundo encontro (22/08/2007), após a aplicação do questionário com a turma, foram apresentadas as etapas de organização de uma feira, explicando com maiores detalhes, como seriam suas investigações de pesquisas até a apresentação.

3º e 4º) nesses encontros (28 e 29/08/2007), os alunos se organizaram em grupos e escolheram os temas que gostariam de trabalhar e pesquisar. Após a definição dos temas, os alunos receberam o relatório de bordo, para registrarem todo o processo de investigação.

Os grupos escolheram os seguintes temas:

1. Energia Elétrica (consumo);
2. Combustíveis (custo);
3. Escoamento da água (vazão);
4. Relógio (Pêndulo Simples);
5. Violência no trânsito (velocidade) e
6. *Araucaria angustifolia* (volume);

5º ao 10º) os encontros foram para coleta de materiais. As equipes se encontravam para orientações em horário contrário de aula, quer dizer, no período vespertino ou noturno, pois dependíamos da disponibilidade de sala de aula e da sala de informática. Na escola, o laboratório de Informática só é liberado para o aluno com a presença do professor, assim, muitos destes encontros foram extra-classe. Nesses encontros, os alunos fizeram pesquisas em sites seguros na internet e também na biblioteca. Foram oferecidos vários encontros para a busca de materiais. Os encontros aconteceram nos dias 04, 11, 18, 24, 25 e 28/09/2007;

11º) No encontro de 02/10/2007, cada grupo elaborou perguntas sobre o tema estudado. As perguntas foram chamadas de hipóteses. Assim, eles foram orientados para quais questões poderiam ser respondidas, estimulando a criatividade de cada um. Também foram combinadas as datas previstas para saída de campo, com alguns grupos. A saída de campo ocorreu no dia 04/10/2007, às 14 h, na subestação da Celesc, para o grupo de estudo sobre Energia Elétrica. No dia 07/10/2007, foi combinada a saída de campo, na Fazenda Pedras Brancas, com o grupo de estudo sobre a *Araucaria angustifolia* (volume), para coletar dados da árvore em estudo. Para o dia 09/10/2007, foi combinada a saída até a Estação de

Tratamento de Água e esgoto de Lages – SEMASA, para as 10 h, com o grupo de estudo sobre o escoamento da água. No dia 11/10/2007, às 14 h foi combinada a saída de campo ao Posto de gasolina REX, para coletar dados sobre o valor dos combustíveis e questões relacionadas ao estudo;

12º) No encontro de 09/10/2007, os alunos foram convidados a criar estratégias para a resolução das hipóteses, elaboradas no encontro anterior;

13º até 20º) Nesse período, os alunos realizaram os modelos matemáticos. Os grupos foram orientados individualmente. Os encontros foram realizados entre os dias 15/10 a 24/10/2007, em turnos contrários às aulas. Cada grupo utilizou a sala de informática para organizar tabelas e gráficos com auxílio do software Excel (Microsoft Office®);

21º e 23º) nas datas de 25/10 e 26/10/2007 ocorreu a apresentação dos trabalhos pelos grupos. Com a utilização de multimídia, os alunos foram orientados a entregar um trabalho escrito contendo todo o processo da elaboração do projeto;

24º) no dia 09/11/2007, foi realizada a Feira de Ciências, quando os trabalhos foram expostos para toda a Escola e para a comunidade (pais e familiares), durante o turno de aula dos alunos. Alunos de outras séries visitaram a Feira, juntamente com seus professores.

Pode-se considerar, resumidamente, que o desenvolvimento das atividades de experimentação, base para este trabalho de pesquisa, seguiram os seguintes passos:

1. Escolha, pelos alunos, do tema a ser estudado;
2. Estudos, para aprofundamento de conhecimentos, sobre o tema escolhido;
3. Coleta de dados (saída a campo);
4. Definição das variáveis para a formulação do Modelo;
5. Formulação do Modelo;
6. Experimentação e verificação do Modelo proposto;
7. Exposição na feira de Ciências.

A seguir são relatadas as experimentações propriamente ditas, acompanhadas de comentários dos alunos envolvidos e das observações pertinentes, deste pesquisador, sobre cada uma delas.

5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O referido trabalho apresenta três modelos matemáticos: o modelo matemático do consumo de energia elétrica por eletrodomésticos em função do tempo de uso; o modelo matemático do custo de combustíveis em relação à quantidade de litros comprados e um modelo usando o tema "água", estudando o escoamento em função do tempo.

A análise e interpretação dos dados foram feitas de forma interativa com a coleta de dados e com todo processo de investigação e envolvimento dos alunos.

A partir das respostas obtidas no questionário, verificou-se que para os alunos, a aplicabilidade da matemática era percebida apenas para o comércio, como preparação para estudos posteriores ou para a vida profissional futura.

Alguns alunos relataram que a matemática desperta um sentimento de medo, de desânimo e de angústia, pois não conseguem realizar as atividades, ou não entendem nada da matéria.

Diante disso, percebe-se o conflito que os alunos enfrentam com a matemática e a urgente necessidade de mudança por parte dos professores em fazer com que essa disciplina passe a ser prazerosa e compreendida, no qual o aluno consiga ver sua aplicação no seu dia-a-dia.

A seguir, serão apresentados e discutidos os três modelos citados anteriormente, que foram selecionados, devido à aplicabilidade na vida do aluno, por serem didáticos aos professores e fáceis de serem aplicados.

Dessa forma, foram possíveis explorar conceitos estatísticos como média aritmética, construção e análise de gráficos e tabelas, função linear e suas propriedades, regra de três simples, regra de três composta e conceitos sobre assuntos relativos à física.

Ao longo do texto são apresentadas, tabelas, figuras e gráficos confeccionados pelos próprios alunos, em seus trabalhos apenas os títulos foram alterados.

5.1 Modelo matemático do consumo de energia elétrica por eletrodomésticos em função do tempo de uso

O grupo formado por quatro componentes apresentou o trabalho sobre a questão da energia elétrica, fator essencial para o desenvolvimento da nação abordando a necessidade de sua utilização na crise atual. A escolha do tema surgiu da necessidade da conscientização do uso racional dessa energia, visando reduzir o desperdício e o uso ineficiente; conclusão tirada pelos componentes desse grupo, após levantamento de informações obtidas em jornais, sites, revistas, artigos, [...].

Perceberam que a crise energética existente é conseqüência da desinformação da população, sendo responsáveis por isso, os órgãos governamentais, seus dirigentes, que pecam pela falta de campanhas de orientação e também pela escassez de notícias e informações sobre o assunto.

Na seqüência, realizou-se uma aula de campo na subestação geradora de energia elétrica da cidade de Lages – SC - CELESC (Centrais Elétricas de Santa Catarina), quando o engenheiro, responsável pelo setor de fornecimento e controle de energia, explicou como ocorre a conversão de energia elétrica, desde a usina hidrelétrica até as residências.

Na referida aula de campo, receberam orientações de como é feita a leitura nos medidores de energia elétrica. Após essa orientação, decidiu-se elaborar uma tabela que constasse as medidas obtidas pelos alunos, que durante um mês observaram o medidor de suas respectivas residências, originando assim a tabela 1.

Tabela 1: Leitura do medidor do relógio em kWh/m.

Aluno	Consumo (kWh/m)
1	160
2	130
3	95
4	92

Fonte: Grupo de alunos do 9º ano (2007).

Dessa forma, pode-se relatar a opinião dos alunos sobre a experiência obtida durante o processo de leitura que originou a tabela 1.

O aluno 1 relata que *não tinha conhecimento de como se efetua a leitura que é determinada pelo giro do disco do medidor, e que quanto maior é a velocidade do disco, maior é o número de eletrodomésticos ligados, maior gasto de energia.*

O aluno 4 relata que *o consumo de energia de minha casa é inferior aos de meus colegas pelo fato de ser uma residência do interior o número de eletrodomésticos é menor, o que justifica o número de kWh/m indicado na tabela.*

No encontro, depois da aula de campo, o grupo fez uma relação de questões sobre a crise atual da energia elétrica, como:

- *Quais hábitos que nos levam ao desperdiço?*
- *Qual o nosso papel como consumidor nesta crise, não apenas no presente, mas também para o futuro?*
- *Como devemos usufruir desta fonte, de forma racional? E como isso é importante para o nosso dia-a-dia?*
- *Como reduzir o consumo de energia elétrica em casa?*

Assim a situação-problema que surgiu após a discussão no grupo foi identificar qual entre os eletrodomésticos apresentava maior consumo de energia elétrica e com essa identificação entenderam o porque das pessoas utilizarem-nos menos e, conseqüentemente, o que fazer para reduzir o consumo de energia elétrica.

Dessa forma, verificamos que se estabeleceu uma ligação entre o consumo da energia elétrica, pela abordagem matemática e a interdisciplinaridade, a qual pode estar inserida em sala de aula, contribuindo para a formação de cidadãos críticos fazendo com que os alunos sejam agentes ativos com condições de construir o seu próprio conhecimento.

Mediante o estudo realizado até a confecção da tabela 1, os alunos observaram a presença da matemática na relação entre as variáveis kWh/m e o preço a ser pago. A partir desse fato, apresentamos a possibilidade de fazermos um estudo mais aprofundado dessas relações definindo um modelo que forneça o preço a pagar conforme o número de kWh/m consumidos. Abriu-se então, o diálogo com esses alunos sobre Modelagem Matemática.

Durante o processo da modelagem, os alunos deste grupo mostraram-se bastante motivados e interessados pelo tema. Logo após a visitação na subestação geradora de energia elétrica – CELESC, os alunos combinaram de trazer de casa a conta de luz, para verificar qual o consumo de cada residência e quantos eletrodomésticos têm em cada casa. Uma das questões levantada por um dos alunos dizia respeito a: qual a forma de calcular o consumo de energia elétrica. Foi então que falamos dos diferentes tipos de eletrodomésticos atualmente utilizados e que entre esses, alguns gastam mais e outros menos energia elétrica. Durante o diálogo, surgiu a idéia de cada um do grupo construir uma tabela com os eletrodomésticos existentes em sua casa e pesquisar o seu consumo por tempo de uso.

Para a obtenção do Modelo Matemático, revisaram-se conceitos básicos como regra de três composta, porcentagem, gráficos, média aritmética e fórmula de potência elétrica.

Ao trabalhar o conteúdo com uma proposta de Modelagem Matemática, o aluno desenvolve sua criatividade e apresenta uma motivação maior pelo tema abordado. Além disso, o professor consegue envolver os aspectos ambientais, sociais, culturais, ajudando a formar um cidadão mais consciente dos problemas da sociedade.

Modelagem Matemática, segundo Bassanezi (2002, p.16), pode ser uma estratégia de ensino-aprendizagem que consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real.

5.1.1 Da construção do modelo matemático do consumo de energia elétrica por eletrodomésticos em função do tempo de uso

Na definição desse modelo, os alunos pesquisaram sobre: a potência (energia produzida por unidade de tempo), eletrodomésticos cuja presença é bastante comum em suas residências e escolheram uma das residências para que fossem coletados os demais dados, tais como tempo de uso diário de cada eletrodoméstico.

Esse modelo desenvolveu-se levando em conta gastos de energia de uma das residências do grupo, considerando os aparelhos que necessitam dessa fonte de energia, suas potências, tempo de uso durante um mês e horas durante um dia.

Sabendo disso, foi confeccionada a tabela 2 apresentada a seguir com os principais eletrodomésticos da casa observada, salientando que nela residem quatro pessoas.

Tabela 2: Principais eletrodomésticos e seu consumo

Aparelhos	Potência(W)	Dias- uso/mês	Média-Horas / dia	kWh / mês
TV (29')	135 W	30	3	12,15
TV (20')	51 W	30	6	9,18
Forno Elétrico	1.750 W	4	0,666	4,67
DVD	20 W	20	4	1,6
Geladeira	90 W	30	14	37,8
Chuveiro	4800 W	30	0,5	72
Mini Sistem	105 W	4	1	0,42
Sanduicheira	700 W	4	0,25	0,7
Ferro	1800 W	4	2	14,4
Lâmpada Inc.	100 W	30	3	9
Total				161,9

Fonte: Residência do aluno 1 (2007)

Os alunos obtiveram os dados da coluna 4 (médias-horas/dia) e da coluna 5 (kWh/mês), realizando os seguintes cálculos:

O forno elétrico foi usado num tempo equivalente a 40 minutos, nesse caso foi usado regra de três simples para transformar em hora.

Fazendo:

Hora	minutos
1	60
X	40

$60 . x = 40 . 1$

$x = 40 \div 60$

$x = 0,6666...$ h

O chuveiro foi usado num tempo de 30 minutos por dia. Para transformar minutos em horas, foi feito o seguinte cálculo:

Hora	minutos
1	60
X	30

60 . x = 30 . 1

x = 30 ÷ 60

x = 0,5 h

A sanduicheira fica ligada aproximadamente 15 minutos, para saber o tempo em horas foi realizado o seguinte cálculo:

Hora	minutos
1	60
X	15

60 . x = 15 . 1

x = 15 ÷ 60

x = 0,25 h

Dessa forma, os alunos foram em busca de novas informações nos livros de física e constataram que a conta de energia elétrica residencial, comercial ou industrial é definida pela multiplicação da potência “P” de cada aparelho pelo tempo “t” em que fica ligado. Sendo que esse tempo quando determinado em “hora”, a unidade será Wh (watt-hora), e quando em segundo será em Joule. No Brasil, a conta de energia elétrica, usualmente chamada de “conta de luz”, é expressa em kWh (quilowatts-hora). Ao pesquisarem em livros, os alunos descobriram que o nome da unidade “watt” é devido a James Watt, e que leva seu ~~o~~ nome devido as suas contribuições para o avanço da ciência tais como o desenvolvimento do motor a vapor, que foi um passo fundamental para a Revolução Industrial.

Para definir o modelo matemático do consumo de energia em função do uso dos eletrodomésticos, os alunos observaram e destacaram as variáveis relacionadas que segundo Biembengut (2000), essa etapa é denominada de Formulação do problema. Selecionaram, então, as seguintes variáveis: consumo de energia em kWh/m, potência, número de dias de consumo no mês bem como número de horas de consumo ao dia. Conforme o levantamento de dados na tabela 2, observaram que o consumo de energia é diretamente proporcional a essas variáveis, pois quanto maior a potência, o número de dias no mês e as horas – dia, maior será o consumo, concluíram então que: Consumo = Potência x Dias x Horas

C = P x D x H

Onde:

- C é a energia consumida pelo eletrodoméstico;
- P é a potência;
- D é o número de dias de uso no mês;
- H é o número de horas de uso no dia.

Para passar o consumo para kWh/m bastou dividir o produto C = P x D x H por 1000, assim foi obtido o Modelo Matemático que definiu o consumo de energia elétrica em função do tempo de uso.

$$C = \frac{P \times D \times H}{1000}$$

Salienta-se, que quando ocorreu a observação pelos alunos de que o consumo era diretamente proporcional a essas variáveis, estavam na etapa, segundo Biembengut (2000), denominada de Resolução de problema, pois se passou a fazer a análise com o ferramental matemático construído. Ou seja, chegamos a resolução, uma sub-etapa da Matematização.

Com a definição do modelo matemático, isto é $C = \frac{P \times D \times H}{1000}$, passamos para a etapa, que é segundo Biembengut (2000) denominada de Modelo Matemático. Como o modelo atendeu as necessidades que o geraram, os alunos passaram a aplicá-lo para definição dos valores conforme a coluna 5 da tabela 2. Assim obtiveram os consumos em kWh/m:

Para definir o consumo em kWh/m do TV (29’), foi feito o seguinte cálculo:

$$C = \frac{135 \times 30 \times 3}{1000}$$

$$C = \frac{12150}{1000}$$

C = 12,15 kWh/m

Para definir o consumo do forno elétrico, foi feito o seguinte cálculo:

$$C = \frac{1.750 \times 4 \times 0,66666}{1000}$$

$$C = \frac{46666}{1000}$$

C = 4,67 kWh/m

Para definir o consumo mensal da geladeira, foi feito o seguinte cálculo:

$$C = \frac{90 \times 30 \times 14}{1000}$$

$$C = \frac{37800}{1000}$$

C = 37,80 kWh/m

Para definir o consumo mensal do chuveiro, o grupo fez o sequinte cálculo:

$$C = \frac{4.800 \times 30 \times 0,5}{1000}$$

$$C = \frac{72000}{1000}$$

C = 72 kWh/m

E assim procederam para definir o consumo dos demais eletrodomésticos.

Após os cálculos, os alunos relataram o seguinte: *pudemos observar que quanto maior é a potência do aparelho elétrico e quanto maior o tempo em que o utilizamos, maior é a energia consumida e a conta a ser paga.*

Segundo Biembengut (2000, p. 15), para concluir o Modelo Matemático, torna-se necessária uma avaliação em que nível ele se aproxima da situação-problema representada e, a partir daí, verificar também o grau de confiabilidade na sua utilização.

Sendo assim, os alunos foram orientados para verificarem o grau de aproximação do Modelo Matemático com a situação real. Para tanto utilizou-se o conteúdo regra de três composta. Usaram inicialmente, para efeito de cálculo, o consumo de energia da TV 29', ou seja, 12,15 kWh/m. Com esse dado, foi confirmado os valores de consumo dos outros eletrodomésticos, conforme o cálculo abaixo:

Cálculo do consumo de energia elétrica do forno elétrico.

Consumo	Potência	Dias	Horas
12,15	135W	30	3
C	1.750W	4	0,666...

$$\frac{12{,}15}{C} = \frac{135}{1.750} \times \frac{30}{4} \times \frac{3}{0{,}666}$$

$$\frac{12{,}15}{C} = \frac{12150}{4662}$$

$$12150 \,.\, C = 56643{,}3$$

$$C = \frac{56643{,}3}{12150}$$

$$C = 4{,}67 \text{ kWh/m}$$

O valor obtido, é exatamente igual ao valor determinado pelo Modelo Matemático.

A mesma constatação foi feita com o cálculo do consumo:

Da geladeira:

Consumo	Potência	Dias	Horas
12,15	135W	30	3
C	90W	30	14

$$\frac{12{,}15}{C} = \frac{135}{90} \times \frac{30}{30} \times \frac{3}{14}$$

$$\frac{12{,}15}{C} = \frac{12150}{37800}$$

12150 . C = 459.270

$$C = \frac{459.270}{12150}$$

C = 37,8 kWh/m

Pelo exposto acima, observaram que o resultado obtido era exatamente igual ao valor fornecido pelo Modelo Matemático. Com essa análise mediante cálculo, comprovaram a validação do modelo matemático, sub-etapa da modelagem denominada etapa Modelo Matemático, conforme esquema da folha 22.

Através dos cálculos apresentados na tabela 2 e representados no gráfico a seguir, os alunos concluíram que o eletrodoméstico que mais consome energia elétrica é o chuveiro, portanto, seu gasto em reais também é maior.

Para visualizar melhor o gasto de energia elétrica dos aparelhos, construíram o gráfico 1, em porcentagem kW/h representando cada aparelho.

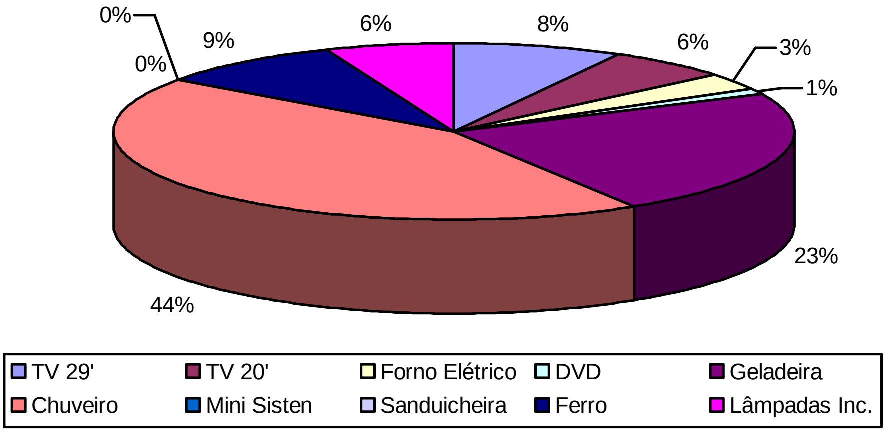


Gráfico 1: Gastos de energia dos aparelhos eletrodomésticos

Observaram também que os eletrodomésticos que mais consomem energia elétrica por ordem decrescente de consumo são: 44% Chuveiro; 23% Geladeira; Ferro 9%,... e concluíram que são aparelhos com resistores.

Os alunos foram mais além ainda: se questionaram quanto ao que pode ser feito para reduzir o consumo de energia desses aparelhos, e raciocinaram da seguinte forma:

Se diminuirmos em até 5 minutos o total de horas banho teremos 25 minutos total de horas banhos ao dia, isto é 0,42 h/dia, daí o consumo seria:

$$C = \frac{\text{Potência(W) x 30 dias x tempo(h)}}{1000}$$

$$C = \frac{4800 \times 30 \times 0{,}42}{1000}$$

C = 60,48 kWh/ m

Isto é: haveria uma redução de 11,52 kW h/ mês o que resultaria numa economia mensal de R$ 5,23 (conforme tabela 3, a seguir, de preço por kW/h aplicado pela CELESC – Empresa fornecedora de energia elétrica para a cidade de Lages – SC).

Para calcular o preço de energia elétrica mensal em reais, os alunos definiram a relação multiplicando o valor gasto em kW/h pelo valor da tarifa, ou seja:

$P = E \times T_r$

Onde:

P = Preço a pagar

E = Consumo de energia

T_r= Tarifa

Tabela 3: Modalidades de cobrança em reais (R$) por kilowatts hora por mês (kWh/ m)

kWh / mês	R$
Até 30	0,133490
De 31 a 100	0,229640
De 101 a 150	0,344520
De 151 a 160	0,408710
De 161 a 220	0,454140

Fonte: Fatura de Energia Elétrica – CELESC – 2007

Analisando a tabela 2, o consumo do chuveiro foi 72 kWh/m – 60,48 kW h/ m, equivalente a uma redução mensal de 11,52 kW h/ mês.

$P = E \times T_r$

$P = 11{,}52 \times 0{,}454140$

$P = 5{,}23$

Significa uma economia de R$ 5,23 se usarmos a modalidade de custo apresentada da tabela 3.

Dessa forma, os alunos concluíram que se diminuíssem o tempo do banho, ou o uso de qualquer outro aparelho é possível notar que haverá uma diminuição significativa do valor a ser pago referente ao consumo de energia.

5.1.2 Conclusões sobre o modelo desenvolvido e depoimentos dos alunos participantes desta experiência:

A atividade proposta teve por objetivo evidenciar a importância da aplicação de Modelos Matemáticos para a representação de situações reais para estimular o interesse do aluno pelo conteúdo matemático escolar, por intermédio de atividades significativas e permitir ao aluno uma atitude de investigação, possibilitando-o a observar a matemática ao seu redor. Essa atividade objetivou também que o estudante se relacionasse com o meio ambiente, sentindo-se responsável pela sua conservação e preservação.

Para a realização dessa atividade, utilizamos a Modelagem Matemática, que consistiu em transformar problemas do cotidiano em problemas matemáticos e com isso podemos perceber o quanto a modelagem foi útil no ensino da matemática e na elaboração dos trabalhos a serem apresentados na Feira de Ciências. Pois, é através de situações problemas que podemos conscientizar o nosso aluno de que a única forma de economizar energia é reduzindo o tempo de uso dos eletrodomésticos.

Com o desenvolvimento desse modelo, resgatamos conceitos fundamentais de matemática, como regra de três composta, transformação de unidades, porcentagem, além de grandezas físicas utilizadas na eletricidade. Evidencia-se, dessa forma, o caráter interdisciplinar proporcionado quando da aplicação da Modelagem Matemática, mostrando, dessa forma, aos componentes do grupo, que a matemática não é uma ciência isolada das demais, como foi verificado neste exemplo está relacionada à física.

Geralmente, temos observado em Feira de Ciências, alguns trabalhos relacionados com consumo de energia elétrica, sem o devido aprofundamento interpretativo mediante a linguagem matemática.

Os componentes do grupo apresentaram esse trabalho na Feira de Ciências da Escola de Educação Básica Nossa Senhora do Rosário do ano de 2007, com essa característica interpretativa e demonstrativa mediante a Modelagem Matemática, despertaram o interesse de professores de matemática, da referida escola em conhecer essa metodologia de ensino no estudo de problemas ligados à realidade.

Após a apresentação desse modelo matemático na Feira de Ciências, destaca-se alguns pontos importantes observados pelos alunos:

Essa pesquisa foi de grande importância para aprofundar nossos conhecimentos, pois aprendemos como fazer o uso devido dos aparelhos elétricos de forma mais racional, e com o auxílio da matemática podemos verificar situações relacionadas do nosso dia-a-dia.

A partir de agora, não podemos falar de energia elétrica de forma simples, pois até na compra de um eletrodoméstico, devemos verificar se o aparelho possui o selo de aprovação do PROCEL (Programa de Combate ao Desperdício de Energia).

Durante a apresentação na Feira de Ciências, repassamos o que aprendemos, e mostramos como a matemática está presente em nosso cotidiano. Acreditamos que diante das avaliações que os amigos de sala de aula e professores da escola fizeram, nosso trabalho contribuiu de forma esclarecedora ao público que nos visitou.

5.2 Modelo matemático do custo de combustíveis em relação à quantidade de litros comprados

O modelo matemático, desenvolvido por um grupo de quatro alunos, representa o custo dos combustíveis em relação à quantidade de litros comprados. A justificativa, dada pelo grupo, para a escolha do tema, é porque os combustíveis são importantes para o transporte da produção da sociedade o que influi diretamente em seu desenvolvimento.

O grupo formado por quatro componentes passou pelas etapas da Modelagem Matemática de acordo com Bassanezi (2002, p. 26-31), as quais foram: experimentação, abstração, resolução, validação, modificação e aplicação.

Essas etapas são fundamentais na montagem do modelo, pois o modelo matemático juntamente com suas hipóteses devem ser testados em confronto com os dados relacionados ao sistema original.

Após o tema definido, o grupo foi à sala de informática para pesquisar acerca do assunto e questionar sobre e como funciona a relação sociedade e combustíveis.

Puderam então observar que busca-se cada vez mais, alternativas para substituir o combustível de origem fóssil. E concluíram que é o caso do Petróleo, de onde são extraídos a gasolina, o óleo diesel, lubrificantes e outros produtos. E entenderam que esse tipo de combustível tem o tempo certo para terminar.

A partir desta compreensão entenderam que para a sociedade continuar desenvolvendo, usar o álcool como combustível é uma das alternativas. O álcool é incentivado pelo governo e de interesse dos consumidores devido a sua produção ser ecologicamente correta, pois é produzido a partir da cana-de-açúcar, matéria prima renovável, o que significa permanência e segurança a longo prazo.

Diante dessas informações, os componentes do grupo se propuseram a buscar dados para dar continuidade ao trabalho e, então combinaram data e horário para fazer a saída de campo, ao posto de gasolina.

Foi realizada uma aula de campo no Posto de Gasolina de nome “REX”, situado na cidade de Lages-SC, no bairro Coral, próximo à escola em que estudam. No local, obtiveram todas as informações e anotaram os preços dos combustíveis.

Nesta aula, os alunos fizeram um levantamento de variáveis da relação custo X litros comprados. Esta etapa, onde se processa a obtenção de dados segundo Bassanezi (2002), é denominada de Experimentação.

Em seguida, após a obtenção das variáveis relevantes na montagem do modelo, passam pela etapa denominada de Abstração, conforme Bassanezi (2002).

Os componentes do grupo, em seguida, entram na etapa da montagem do modelo, ou seja, da linguagem natural passam para a linguagem matemática, que é denominada de Resolução, conforme Bassanezi (2002).

5.2.1 Da Construção do modelo matemático do custo de combustíveis em relação à quantidade de litros comprados

Após levantamento de dados, os alunos construíram o diagrama de flechas (setas), que representa a relação entre a quantidade de litros comprados de álcool e o preço a ser pago, conforme a tarifa do Posto Rex. Assim, obtiveram:

Álcool

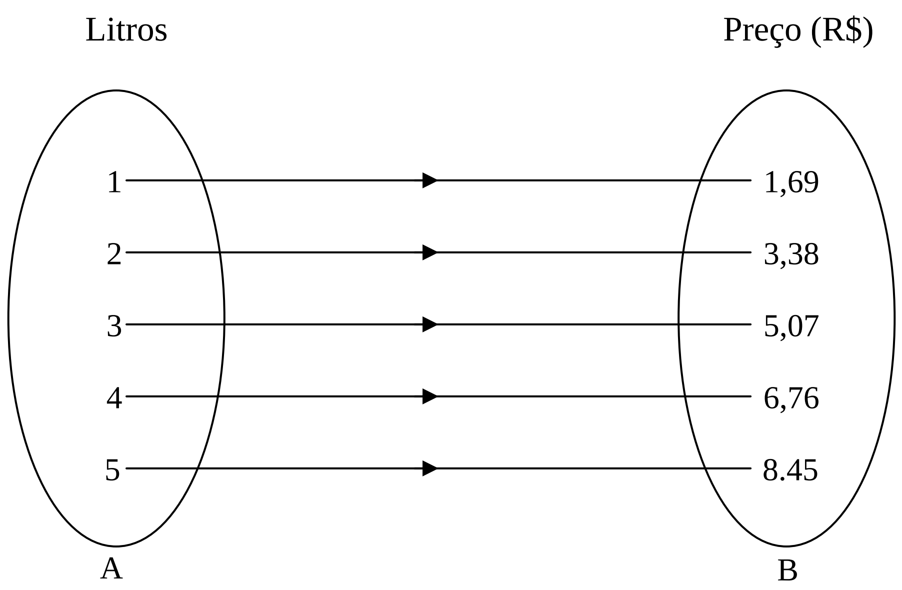


Figura 2: Diagrama da correlação direta entre litros de álcool com seu respectivo custo

Os alunos foram orientados para que representassem graficamente essa relação no plano cartesiano com o objetivo de verificar que tipo de curva (gráfico da função) poderia representar esta relação.

Desta forma consideraram:

R = {(1; 1,69), (2; 3,38), (3; 5,07), (4; 6,76), (5; 8,45)}

R= $\{(x, y) \in A \times B \,/\, x \in A \;\Lambda\; y \in B\}$

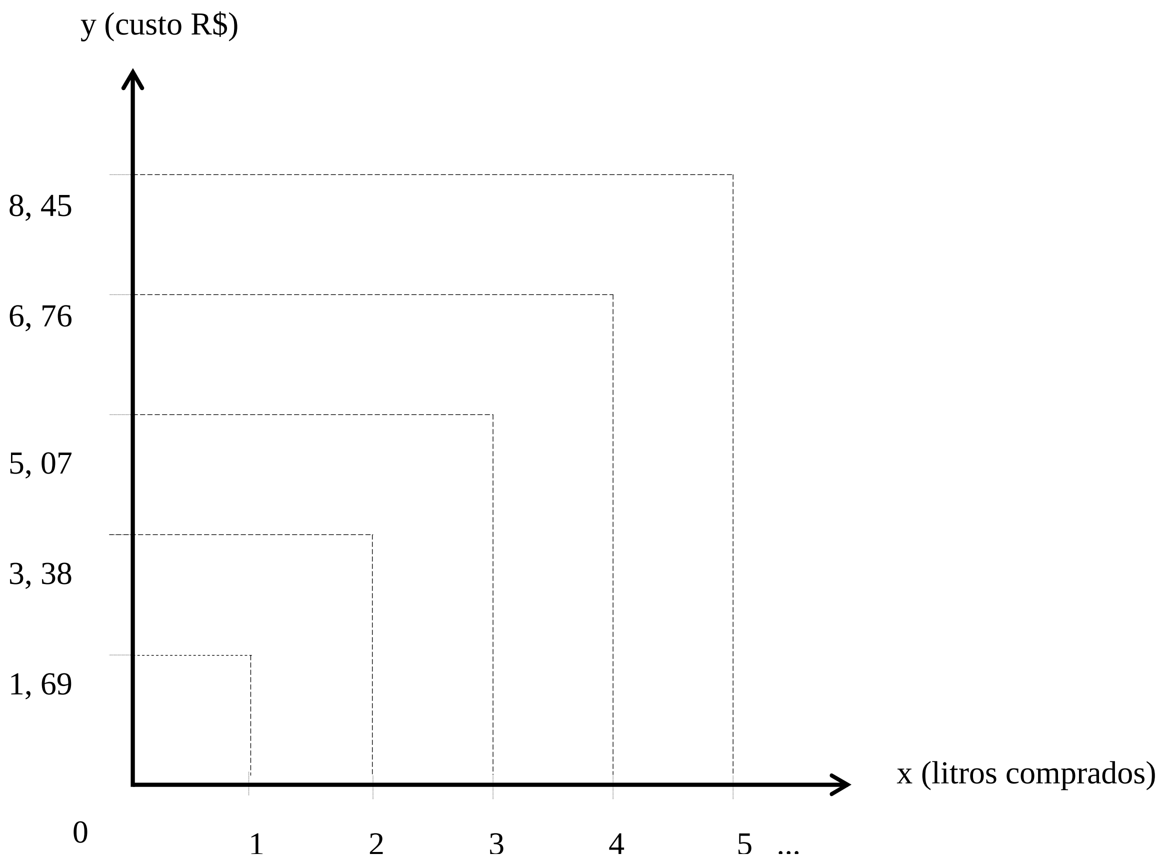


Gráfico 2: Relação gráfica entre litros de álcool com respectivo custo

Após constatarem que as quantidades de litros entre os valores inteiros colocados no gráfico 1 também tinham seus respectivos valores em reais, o gráfico correspondente, agora relativo a realidade observada, foi então definido por:

F = {$(x, y) \in \mathbf{IR}^{+} \times \mathbf{IR}^{+}$ / (1; 1,69), (2; 3,38), (3; 5,07), (4; 6,76), (5; 8,45)}

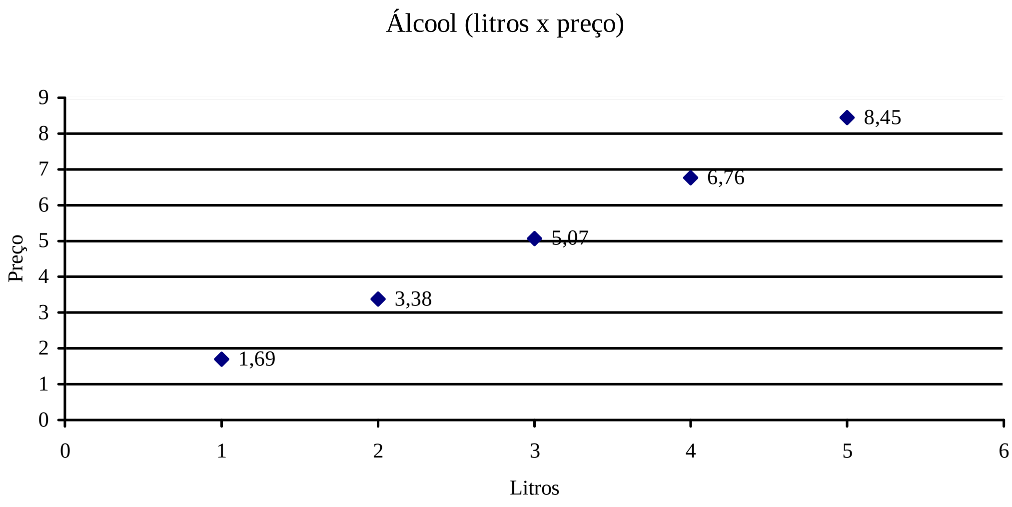


Gráfico 3: Custo do álcool com relação à quantidade de litros comprados

Para visualizar a representação gráfica da situação observada foi aplicado pelos alunos o software Excel, que permitiu a visualização da reta, concluindo assim a função de 1º grau.

Ao verificarem que a representação gráfica da relação entre litros e os respectivos custos, é uma reta não vertical que passa pela origem do Plano Cartesiano, concluíram que se trata de uma função linear do tipo:

y = a . x

Onde:

y→ preço a pagar,

x→ quantidade de litros comprados.

Sendo esta a definição matemática para o modelo.

Após a conclusão gráfica e definida a função chegaram a etapa da modelagem denominada de Resolução.

Partiram então para a verificação das chamadas condições iniciais. Para tanto, consideraram o par coordenado (2; 3,38), e o substituíram na fórmula **y = a . x** e obtiveram:

y = a . x

3, 38 = a . 2

$$\frac{3,38}{2} = a$$

a = 1, 69

que é o valor do litro de álcool:

E assim procederam com os demais dados que conheciam.

y = a . x

8, 45 = a . 5

$$\frac{8,45}{2} = a$$

a = 1,69

O gráfico da função linear parte da origem do Plano Cartesiano, logo o coeficiente **b** da equação do 1º grau y = a. x + b é nulo, ou seja, b = 0.

Para melhor entendimento dos alunos do grupo, provou-se que **b** é igual a zero realizando os seguintes cálculos:

Condições Iniciais

y = a . x + b

(2 ; 3,38)

y = a . 2 + b

3,38= 2 . a + b (Equação I)

(5 ; 8,45)

y = a . 5 + b

8, 45 = 5 . a + b (Equação II)

$$\begin{cases} 3,38 = 2 \cdot a + b & \times (-1) \text{ Aplicamos o sistema para isolar o b} \\ 8,45 = 5 \cdot a + b \end{cases}$$

$$\begin{cases} -3,38 = -2 \cdot a - \cancel{b} \\ \underline{8,45 = 5 \cdot a + \cancel{b}} \end{cases}$$

5, 07 = 3 . a

a = 5, 07 ÷ 3

a = 1, 69

3, 38 = 2 . a + b

3, 38 ÷ 2 = a + b

1, 69 = 1, 69 + b

1, 69 – 1, 69 = b

b = 0

Após a análise realizada, concluíram que o Modelo Matemático do custo do álcool em função dos litros comprados é:

$$\boxed{\mathbf{y = 1{,}69 \cdot x}}$$

Onde:

y → **preço a pagar**

x → **quantidade de litros comprados**

Com a definição do modelo, passou-se para etapa denominada Validação, ou seja, para o processo de rejeição ou não do Modelo Matemático, segundo Bassanezi (2002). Nessa etapa, o modelo deve ser testado em confronto com os dados contidos no sistema inicial da situação-problema. Para tanto os alunos realizaram os seguintes raciocínio e cálculos.

O Modelo Matemático (fórmula) definido foi y = 1, 69 . x. Na situação inicial por exemplo, para 4 litros adquiridos tinha-se que pagar R$ 6, 76, substituindo no modelo o valor de x por 4 verificaram:

y = 1, 69 . 4

y = 6, 76

Que é o correspondente valor a pagar.

Ainda aplicaram este mesmo desenvolvimento aos demais dados inicias e chegaram à mesma conclusão.

y = 1, 69 . 3

y = 5, 07

Os resultados obtidos confirmam os valores dispostos no diagrama de flechas, representando assim a situação real, com isso o Modelo Matemático não passa pela etapa denominada por Bassanezi (2002), de Modificação, pois o modelo apresenta as situações ligadas ao sistema original. Convencidos de que o modelo estava de acordo com o objetivo pretendido passaram a etapa denominada por Bassanezi (2002) de Aplicação.

Para esta etapa, os alunos foram orientados para calcularem e checarem o custo de outras quantidades de litros de álcool. Assim obtiveram:

y = 1, 69 . x

y = 1, 69 . 23

y = 38, 87

Etapa concluída com sucesso.

De forma análoga, desenvolveram o Modelo Matemático do custo a ser pago em função da quantidade de gasolina comprada.

Sendo o valor do litro de gasolina igual a R$ 2,64, o diagrama adaptado a esta situação foi determinado por:

Gasolina

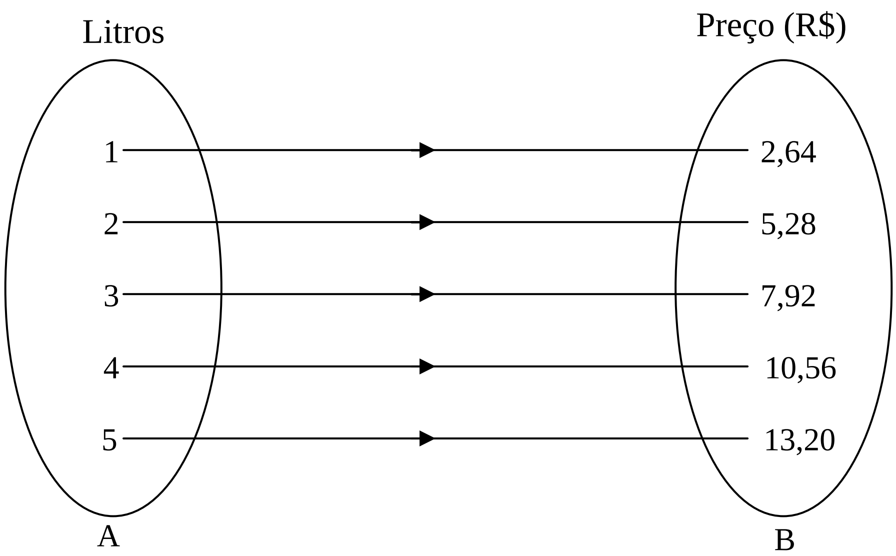


Figura 3: Diagrama da correlação direta entre litros de gasolina com seu respectivo custo

Os alunos usaram o mesmo processo de função para obter o modelo.

$y = a . x + b$

$y = a . 1 + b$

$2{,}64 = a + b$ (Equação I)

$y = a . 5 + b$

$13{,}20 = 5a + b$ (Equação II)

Isolaram o b e encontraram o seguinte Modelo

E obtiveram a fórmula:

$$\boxed{\mathbf{y = 2{,}64\ .\ x}}$$

Onde:

y ⟶ preço a pagar

x ⟶ quantidade de litros comprados

5.2.2 Conclusões sobre o modelo matemático do custo de combustíveis em relação à quantidade de litros comprados e Depoimentos dos alunos participantes desta experiência:

Com o modelo desenvolvido foi possível aos alunos verificarem a utilização da matemática na interpretação de situações do mundo real, no caso específico por intermédio da definição de função linear existente, conforme as variáveis relacionadas no problema. Conteúdos matemáticos como esse, em geral, são desenvolvidos em sala de aula de forma muito teórica, de maneira extremamente abstrata o que desmotiva o aluno. Com esta experiência comprova-se mais uma vez a importância que educadores de matemática conheçam novos caminhos metodológicos, objetivando o melhoramento do processo ensino aprendizagem.

Outro aspecto a ser destacado após a definição do modelo, é que está ligado a trabalhos apresentados em Feiras de Ciências. De modo geral, trabalhos expostos nessas feiras mostram estudos ligados a combustíveis destacando apenas a relação da sociedade com a produção e a obtenção em grande escala destes combustíveis (visando ao desenvolvimento econômico do país), ou aspectos químicos ligados à composição química do combustível e a determinação do teor de álcool na gasolina (DAZZANI, 2003). O diferencial desta experimentação em relação aos demais é o enfoque de modelagem aqui aplicado.

Quando existe a presença da Modelagem Matemática enquadrada nesses experimentos, podemos apresentar trabalhos em Feiras de Ciências mais contextualizados com a vida de nossos alunos.

Segundo o relato dos alunos, destacam:

A pesquisa realizada no posto de gasolina permitiu obter maiores informações sobre esses combustíveis, esclarecendo dúvidas e construindo novos conhecimentos científicos e *assim aproximando a matemática do nosso dia-a-dia, como linguagem interpretativa do mundo real.*

Percebi que as disciplinas se interligaram de maneira bem clara e definida. A matemática interligada em outras disciplinas existe mais chance de aprender e, é mais interessante.

Não imaginava que a compra de combustíveis e o preço a ser pago poderia ser aplicado com o uso de funções em um assunto que não compreendia que não dava importância.

A aplicação da matemática em nosso trabalho enriqueceu muito a apresentação do mesmo na Feira de Ciências, despertando a curiosidade dos professores de matemática.

É importante ressaltar, como ampliação do conhecimento adquirido pelos alunos, a representação gráfica do modelo por intermédio do software Excel® levou os alunos ao conhecimento de informática necessário para o desenvolvimento deste experimento. Geralmente, há aulas de informática, porém isoladas do ensino da matemática, química e física. Com o gráfico do custo do combustível em função do número de litros comprados, entenderam também, sobre a importância de organizar dados mediante representação gráfica, elemento fundamental em estatística, ramo da matemática aplicada e necessária para o desenvolvimento de pesquisa científica.

5.3 Modelo matemático da altura da água em função do tempo de vazão

O grupo de trabalho definiu o título do modelo após pesquisa bibliográfica com o objetivo de sanar as dúvidas relacionadas com o mesmo.

Para poder encaminhar o trabalho em sala de aula, foi proposto alguns passos descritos por Barbosa (2004). O autor explica que para determinadas atividades de Modelagem Matemática cabem diferentes tarefas ao professor e ao aluno. Essas atividades são classificadas pelo autor como casos, mencionados nas folhas 52 e 53 dessa dissertação.

A escolha do tema, a formulação do problema, a coleta de dados e a resolução dos problemas foram desenvolvidas pelos alunos, sob a devida orientação desta autora.

Sendo assim, a primeira etapa do encaminhamento do trabalho com Modelagem Matemática que se refere ao Escoamento da Água (vazão), foi a escolha do tema pelo grupo.

Essa etapa permitiu uma familiarização com o assunto a ser estudado fazendo um referencial teórico, possibilitando a criação da situação-problema em relação à vazão da água na cidade de Lages – SC.

Algumas questões surgiram no grupo, após definirem o tema. Entre estas destacam-se:

Onde é captada a água que consumimos?

Como funciona o processo de vazão da água até nossas residências?

Qual o processo de tratamento da água?

O tratamento é feito de acordo com a legislação?

Munidos dos materiais coletados na internet, destacaram a SEMASA (Secretaria Municipal de Água e Saneamento) Lages-SC, e após lerem e discutirem todas as informações, conseguiram responder as questões que surgiram no encontro anterior.

Para o estudo de campo decidiram visitar a estação de tratamento da cidade, é interessante salientar que o grupo constatou que nenhum deles a conhecia. Agendaram então a visita.

Após diversas tentativas, atrapalhadas pelo tempo chuvoso, tiveram que esperar pela liberação da visita. Enquanto isso, em sala de aula, a pesquisadora desenvolveu com o grupo um experimento simples para esclarecer melhor como acontece a vazão da água. O grupo, atenciosamente anotou os materiais necessários para sua realização, quais sejam: 1 garrafa pet de 2 litros, um pote plástico (tipo de sorvete), 1 régua de 20 cm, prego, um palito de mesa, fita durex e um cronômetro.

A pesquisadora auxiliou o grupo como proceder na confecção do experimento e enfatizou a importância de que os dados fossem verdadeiros, para se obter um modelo com validade.

Na aula seguinte, o grupo bastante envolvido com a questão, realizou o experimento e coletaram minuciosamente os dados.

Procedimentos para a construção do experimento:

- fixar a régua ao longo do corpo da garrafa no sentido vertical, com a fita durex;
- fazer um orifício na garrafa, com auxílio do prego ao lado da marca de 0 cm (zero cm) que está indicado na régua;
- tampar o orifício com o palito de mesa e encher de água a garrafa até a marca de 20 cm, da régua;
- destampar o orifício e deixar que a água escorra dentro do pote e a cada minuto tampar novamente com o palito. Observar onde está marcando o nível da água, então anotar na tabela os dados e assim proceder sucessivamente até a marca zero, ou seja, até não sair mais água pelo orifício.

Assim, no levantamento de dados, foi construída a seguinte tabela:

Tabela 4: Escoamento X Tempo

Tempo (t)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Altura (h)	20	17,3	14,9	12,7	10,6	8,8	7	5,5	3,9	2,8	1,8	0,9	0,2	0,1	0	0

Fonte: Tabela elaborada pelos componentes do grupo

Para uma melhor visualização da situação estes valores foram localizados num sistema cartesiano onde o eixo horizontal corresponde ao tempo e o vertical a altura do volume.

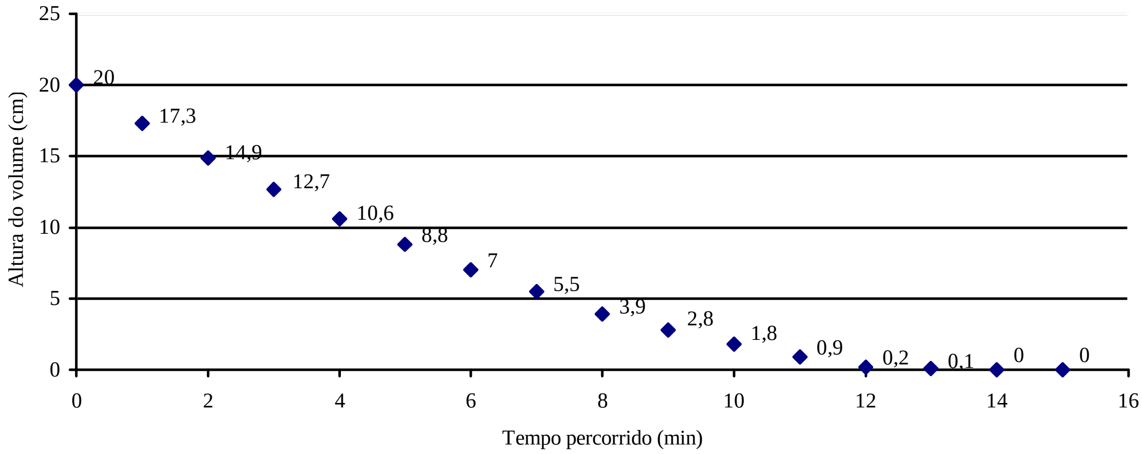


Gráfico 4: Escoamento em função do tempo

Fatos observados:

- Para cada valor do tempo (entre os valores inteiros anotados) existirá uma altura correspondente do volume;

- A medida que o tempo passa diminui a altura do volume de água.

Então a curva que representa a situação em estudo é:

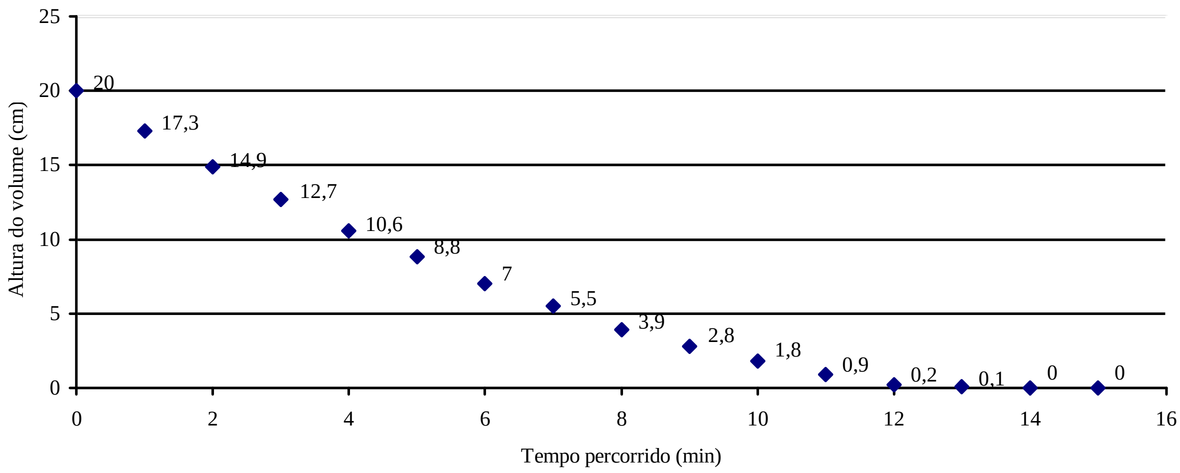


Gráfico 5: Curva do escoamento em função do tempo

E concluíram haver uma semelhança entre a curva e uma parte de uma parábola, o que os conduziu a revisão do estudo de funções quadráticas.

5.3.1 Da construção do modelo matemático da altura da água em relação ao tempo de vazão

Assim que os dados foram colocados no gráfico e esboçado a curva, fizeram o levantamento das variáveis.

Em livros de matemática, os alunos foram pesquisar e verificar se a suposição inicial (função quadrática) era realmente a formulação correspondente a do experimento. Dessa forma, o grupo discutiu sobre a equação e a curva que obtiveram com o experimento e, em seguida começaram a modelar.

Partindo da função de 2º grau em que:

$y = a . x^2 + b . x + c$ ou $f(x) = a . x^2 + b . x + c$

com a, b e c $\in$ R e $a \neq 0$, consideraram:

y = h altura do volume

x = t tempo de escoamento ou vazão

c = constante = 20cm

Fizeram as adaptações e obtiveram:

$h(t)= a . t^2 + b . t + c$

$h(t)= a . t^2 + b . t + 20$

Para determinar os valores de a e b utilizaram dois valores correspondentes da tabela 4.

Assim para:

(t; h) = (3 ; 12,7)

$\begin{cases} t = 3 \\ h = 12{,}7 \end{cases}$ Substituindo os respectivos valores na expressão,

$h(t) = a . t^2 + b . t + c$

$h(3) = a \cdot 3^2 + b \cdot 3 + 20$

$12{,}7 = 9a + 3b + 20$

$12{,}7 - 20 = 9a + 3b$

$9a + 3b = -7{,}3 \longrightarrow$ Equação 1

E para (t ; h) = (12 ; 0,2)

$\begin{cases} t = 12 \\ h = 0{,}2 \end{cases}$ Substituindo os respectivos valores na equação

$h(t) = a \cdot t^2 + b \cdot t + c$

$h(12) = a \cdot 12^2 + b \cdot 12 + 20$

$0{,}2 = 144a + 12b + 20$

$0{,}2 - 20 = 144a + 12b$

$144a + 12b = -19{,}8 \longrightarrow$ Equação 2

Assim obtém-se o sistema de Equações:

$$\begin{cases} 144a + 12b = -19{,}8 \\ 9a + 3b = -7{,}3 \rightarrow \times(-4) \end{cases}$$

$$\begin{array}{l} 144a + \cancel{12}b = -19{,}8 \\ \underline{\;36a - \cancel{12}b = \;\;29{,}2} \\ 108a + \qquad = \;\;9{,}4 \end{array}$$

$$a = \frac{9{,}4}{108}$$

$$\mathbf{a = 0{,}087037}$$

Substituindo **a= 0,087037** na equação 1, temos:

$9. a + 3b = -7{,}3$

$9 . (0{,}087037) + 3 b = -7{,}3$

$0{,}7833 + 3 b = -7{,}3$

$3. b = -7{,}3 – 0{,}7833...$

$$b = \frac{-8.083333}{3}$$

b= -2,694444....

Como $h(t)= a . t^2 + b . t + c$, o Modelo Matemático da altura da água em função do tempo de vazão foi proposto como sendo:

$$\boxed{\mathbf{h(t) = (0{,}087037)\ t^2 + (-2{,}69444) . t + 20}}$$

Para validar o Modelo Matemático proposto, os alunos verificaram com os dados da tabela 4~~.~~

Por exemplo:

Considerando t = 4 e h = 10,6

Na equação temos:

$h(t) = (0{,}087037)\ t^2 + (-2{,}69444) . t + 20$

$h(4) = (0{,}087037)\ 4^2 + (-2{,}69444) . 4 + 20$

$h(4) = (0{,}087037)\ \ 16 + (-2{,}69444) . 4 + 20$

$h(4) \cong 10{,}6$

Considerando, t = 9 e h = 2,8

Na equação temos:

$h(t) = (0{,}087037)\ t^2 + (-2{,}69444) . t + 20$

$$h(9) = (0{,}087037)\ 9^2 + (-2{,}69444)\ .\ 9 + 20$$

$$h(9) = (0{,}087037)\ \ 81 + (-2{,}69444)\ .\ 9 + 20$$

$$h(9) \cong 2{,}8$$

Desta forma, puderam confirmar a validação deste experimento pois os resultados obtidos, confrontados com os originais da tabela 4 são muito próximos.

Foi realizada a aula de campo na SEMASA (Secretaria Municipal de Água e Saneamento) Lages-SC, nesta aula os alunos puderam observar o processo de vazão e tratamento de água, elucidados por explicações da engenheira responsável que enfatizou o processo de vazão e tratamento, desde o Rio Caveiras até as residências. Os alunos também tiveram a oportunidade de verificar detalhadamente como funciona a ETA – Estação de Tratamento da Água por vazão.

Nessa etapa da pesquisa, foi realizada a análise crítica das soluções encontradas juntamente com as observações aprendidas e vivenciadas em campo, buscando elucidar os fatos relevantes da vida dos alunos e relaciona-las com o cotidiano.

5.3.2 Conclusão sobre o modelo matemático da altura da água em relação ao tempo de vazão e depoimentos dos alunos participantes desta experiência

- *Passamos por um processo de aprendizagem com este trabalho. Nós tivemos experiências que nunca esqueceremos. Vimos de perto como acontece o processo de tratamento de água, através da vazão, diretamente na ETA (estação de tratamento de água) de LAGES a "SEMASA", podemos acompanhar cada processo que a água passa para poder chegar até as nossas casas.*

- *Num experimento em sala de aula, conseguimos entender que se pode aplicar matemática em diversas situações do nosso dia-a-dia.*

- *Fizemos o trabalho sobre "Escoamento da Água", que foi muito bom para aumentar nosso conhecimento. Aproveitamos cada momento deste trabalho, uma vez que utilizamos a Modelagem Matemática como método do processo da vazão.*

- *O trabalho, que apresentamos na Feira de Ciências, foi além da mera apresentação do processo de tratamento da água, pois foi possível explicar a vazão da água por intermédio da matemática.*

- *A maneira mais prática para o cálculo é a função de 2º grau, pois o gráfico mostra uma curva (semi-parábola) e porque os resultados obtidos foram mais próximos da realidade do experimento.*

Confirmando nossa expectativa inicial este experimento mostrou que a Modelagem Matemática trabalhada paralelamente com outras disciplinas pode ser um caminho para estimular em nossos alunos a iniciação científica.

Através do comportamento e comentários dos alunos foi fácil perceber as contribuições que a Modelagem Matemática oferece para o ensino-aprendizagem. O que nos faz acreditar cada vez mais que é uma possibilidade que o professor tem para transformar sua prática em momentos de motivação e interesse aos alunos; pois provoca a vontade de aprender, participar e colaborar, através da aplicabilidade e utilidade da investigação, da pesquisa, e da reflexão crítica.

A Modelagem Matemática vem abrir novas perspectivas ao ensino de matemática, pois pretende ao envolver seu conteúdo com a realidade do aprendiz, definir estratégias de ação, que oferecem ao aluno condições globais de estudo construídos para um saber contextualizado.

Geralmente, trabalhos apresentados em Feiras de Ciências fazem apenas estudo sobre a importância da água, suas propriedades, como devem usar de forma racional, entre outros, sem o devido aprofundamento interpretativo como o fornecido pela linguagem matemática. Apresentar em Feiras de Ciências a Modelagem Matemática ajustada a experimentos pode ser um caminho para despertar no aluno o interesse por estudos de matemática, de forma mais prazerosa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta deste trabalho foi mostrar que a Modelagem Matemática é uma metodologia de ensino que propicia ao aluno estudar este conteúdo de forma agradável e motivadora quando relacionado a situações de seu cotidiano. Para tanto, a proposta inicial deste foi mostrar a importância da utilização da Modelagem Matemática na elaboração de trabalhos a serem apresentados em Feiras de Ciências. Dentro desta perspectiva pretendia-se levantar e identificar fatores relevantes, ao ensino-aprendizagem de matemática, que contribuíssem para validar esta proposta, e então promover a fundamentação da Modelagem Matemática no campo de desenvolvimento de pesquisa científica.

Assim, acreditando na proposta e baseado em pesquisadores da área apresentou-se e desenvolveu-se a Modelagem Matemática como uma alternativa dinâmica na formulação de alguns experimentos que foram apresentados na Feira de Ciências da Escola, local do experimento.

Os experimentos desenvolvidos e relatados neste trabalho são fatores significativos para a validação de seu propósito inicial.

A pesquisa constatou que a aprendizagem adquirida foi além do conteúdo de matemática necessário para o tema escolhido, isto foi comprovado nas falas dos estudantes envolvidos. Verificou-se então que a aplicação da Modelagem Matemática foi importante na concretização dos objetivos específicos, bem como do objetivo geral, pois proporcionou contribuições também na formação de alunos mais críticos e melhor preparados para aplicar os conhecimentos adquiridos nas aulas de matemática, no entendimento de situações ligadas à realidade.

Pelos modelos apresentados neste trabalho, Modelos Matemáticos como estes, podem ser construídos como recurso didático-pedagógico na elaboração de experimentos para Feiras de Ciências, contribuindo para melhorar o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem, e possibilitando o aprendizado de conteúdos matemáticos interligados aos de outras ciências, de acordo com o que determina-se como uma atitude interdisciplinar frente ao ensino de matemática.

É importante destacar que com a aplicação da Modelagem Matemática, o professor deixa de ser o centro das atenções, já que há uma participação mais ativa dos alunos que podem investigar, partindo de um problema e assim definindo qual o conteúdo que deve ser aplicado na busca da solução. Dessa forma, a matemática passa a ser mais interessante, pois não nos limitamos apenas em conhecer técnicas que são usadas na sala de aula.

É inegável que a aplicação de Modelagem Matemática no ensino, necessita de um trabalho mais apurado para a sua preparação. Requer mais tempo e criatividade do professor que por ela optar em sua ação de ensino; porém o retorno que os alunos apresentam durante estas aulas é altamente compensador e prazeroso ao profissional comprometido com sua ação profissional.

O tempo destinado às experimentações apresentadas neste trabalho foi considerável. Mas o retorno que nos proporcionou em termos da participação e do envolvimento dos alunos foi altamente compensador a esta autora.

Durante a conclusão de seus trabalhos, os alunos trabalharam dentro da sala de aula e a cada encontro registraram tudo o que aconteceu, para elaborarem a apresentação na feira. O trabalho foi concluído com a apresentação na Feira de Ciências da Escola. O entusiasmo dos alunos nas explicações que davam durante a feira contagiou não somente os colegas como também professores de outras disciplinas.

Com isso foi possível perceber o quanto a modelagem é útil no ensino da matemática, na elaboração e motivação dos trabalhos para Feira de Ciências.

Os modelos apresentados pelos alunos atingiram todos os objetivos estabelecidos, uma vez que enfatizaram a criatividade, a compreensão e a reflexão sobre os problemas apresentados nos temas de elaboração da Feira de Ciências, onde estabeleceram suas estratégias e experiências no entendimento da matemática, no estudo de uma situação do seu cotidiano.

Muitos professores ainda acreditam que apenas trabalhos de *ciências* podem ser expostos em Feiras de Ciências. Podemos afirmar, através dos comentários dos visitantes da feira, que o trabalho contribuiu também para desmistificar um pouco essa idéia, isto é, que esse tipo de investigação não é direito exclusivo das disciplinas da área dita "científica", pois professores, principalmente de matemática, comentaram que qualquer disciplina do currículo escolar deve estimular, no aluno, o senso de pesquisa.

Ao associar a matemática com fatos ligados à realidade, percebeu-se que os alunos, observando seus comentários, não se limitaram somente a conhecer os tópicos de matemática necessários para modelar e resolver o problema que se depararam no experimento. Esses alunos foram muito além, compreenderam essas estruturas elementares e aplicaram-nas nos respectivos modelos formulados conforme pesquisa, e chegaram a inferir conceitos muito mais amplos como, por exemplo, o de limites (fato constatado na fala *"à medida que o tempo passa a vazão vai diminuindo chegando a zero"*) noção esta que será formalizada quando seus estudos estiverem mais avançados.

É comum conviver com alunos de matemática que simplesmente assistem à aula e não conseguem, de forma lógica, aplicar toda esta abstração a situações rotineiras, o que os leva a achar que esta disciplina é difícil, chata e que "não serve pra nada".

Através da experiência deste trabalho, pudemos concluir que, a Modelagem Matemática aplicada à elaboração de experimentos de Feiras de Ciências pode ser um agente transformador da forma atual de enfocar a Educação Matemática. O trabalho desenvolvido exigiu uma constante interação entre o professor e os alunos participantes do processo. Aqui o educador apresentou-se como um incentivador e não um transmissor de conhecimentos, o que propiciou ao aluno a participação ativa em seu processo de aprendizagem. Assim uma das conseqüências de sua utilização certamente será ouvirmos, como ouvimos dos alunos de matemática, comentários mais de acordo com o merecimento desta disciplina.

Saliente-se que a programação das Feiras de Ciências, com participação e envolvimento real do aluno, em situações experimentais e contextualizadas, por eles pesquisadas, onde a Modelagem Matemática foi aplicada, possibilitou um melhor conhecimento sobre o papel da matemática e de seus conceitos fundamentais.

No início desta pesquisa, os alunos apresentavam dificuldades nas operações básicas de matemática, tais como porcentagem e interpretações de problemas ligados ao seu cotidiano. Eram alunos, um tanto apáticos e desmotivados, pois não conseguiam notar a matemática envolvida em situações, como os que desenvolveram.

Durante o processo da pesquisa, percebeu-se que eles foram se familiarizando e após a conclusão deste, os grupos estavam bastante envolvidos e motivados na busca de novos conhecimentos. Isto foi confirmado na confiança que eles demonstraram, com segurança e orgulho, durante explicações do conhecimento adquirido ao apresentar seus experimentos na Feira de Ciência da Escola.

Nossa expectativa é que esse trabalho contribua para que Feiras de Ciências, em princípio na própria Escola, adquiram uma nova dimensão na sua estruturação, principalmente com aplicações da Modelagem Matemática, o que comprovará que professores de Ciências e de Matemática estão desenvolvendo estratégias metodológicas que contribuirão para as mudanças do ensinar tradicional.

Isto referendaria ainda mais o que foi constatado neste trabalho: nenhum conhecimento apresenta-se tão definido e acabado, que não mereça ser investigado e ampliado em todos os campos do conhecimento humano.

Bem Vinda Modelagem Matemática!

REFERÊNCIA

ACTA SCIENTIAE: revista do Centro de Ciências naturais e Exatas/Universidade Luterana do Brasil. Canoas: Ed. ULBRA, 2006.

BARBOSA, J. C. **O que pensam os professores sobre a Modelagem Matemática?** Zetetiké, Campinas, v.7, n.11, p.67-85, 1999.

_____. Modelagem na educação matemática: contribuições para o debate teórico. *In*: REUNIÃO DA ANPED, 24, 2001. **Anais ...** Caxambu, Rio de Janeiro: ANPED, 2001. 1 CD ROM.

_____. Modelagem Matemática e os futuros professores. *In*: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 25, 2002. **Anais ...** Caxambu, Rio de Janeiro, 2002. 1 CD ROM.

_____. **Modelagem Matemática na sala de aula**. Perspectiva, Erechim, RS, v. 27, n. 98, p. 65-74, jun./ 2003.

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

_____. Sobre a pesquisa em Modelagem matemática no Brasil. *In*: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5, Ouro Preto. **Anais ...** Ouro Preto: UFOP/UFMG, 2007. 1 CD ROM.

BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚKO, J. L. (orgs.). **Modelagem Matemática na educação matemática brasileira**: pesquisas e práticas educacionais. Recife: SBEM, 2007. (no prelo).

BASSANEZI, R. Modeling as a teaching-learning strategy. **For the learning of mathematics**, Vancouver, v. 14, n. 2, p. 31-35, june 1994.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem matemática no ensino**. São Paulo: Contexto, 2000.

_____. **Modelagem Matemática & implicações no ensino e na aprendizagem de matemática**. 2 ed. Blumenau: Edifurb, 2004.

BLUM, W. Applications and Modelling in mathematics teaching and mathematics education: some important aspects of practice ando f research. *In*: SLOYER, C. et al. **Advances and perspectives in the teaching of mathematical modeling and applications**. Yorklyn: Water Street Mathematics, p. 1-20, 1995.

BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Org.) **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

BORBA, M. C. I. Pesquisa qualitativa em educação matemática. Publicado em CD no **Anais** da 27 reunião anual da Anped, Caxambu, MG., 21 -24, nov. 2004. Disponível em: <www.rc.unesp.br/igce/pgem/gpimem.html>. Acessado em: 15 dez. 2007.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 1999.

_____. Ministério da Educação e Cultura. I FEIRA NACIONAL DE CIÊNCIAS. **Informativo publicitário**. Rio de Janeiro, 1969.

_____. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica – SEB. **Projeto Fenaceb –** Feira Nacional de Ciências Da Educação Básica, Brasília, 2006.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Matemática. Brasília: MEC, 1997.

_____. Ministério da Educação – Secretaria de Educação Básica. Disponível em: www.portal.mec.gov.br/seb/index.php?option=com_content&task=view&id=892&Itemid=942. Acesso em 13 nov. 2007.

D’AMBROSIO, U. **A pesquisa em educação matemática e um novo papel para o professor**. Educação Matemática: da teoria a Pratica. São Paulo: Papirus, 1996.

DAZZANI, M., et al. **Explorando a Química na determinação do teor de álcool na gasolina**. Química Nova na Escola, n.17, p.42-44, 2003.

FAVERE, J.; BIEMBENGUT, M. S. Mapeamento das ações educacionais dos precursores de Modelagem Matemática no Brasil. Disponível em: <www.furb.br/faic/seminario/FAIC_3/Humanas/JULIANA%20DE%20FAVERE>. Acessado em: 18 jan. 2008.

FASHEH, M. **Matemática, cultura e poder.** Zetetiké. Campinas, v. 6, n. 9, p. 9-30, jan/jun. 1998.

FAZENDA, I. (org.). **Práticas interdisciplinares na escola**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

FIORENTINI, D. Brazilian research in mathematical modelling. **Paper presented in the GT-17/icme-8**. Sevilla, Spain, 1996. 20 p. (mimeo).

FRACALANZA, H. et al. **O ensino de ciências no primeiro grau**. 2. ed. São Paulo: Atual, 1986.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREITAS, C. A. M. **Modelagem matemáticas da *Araucaria angustifolia* nos campos de Lages, Santa Catarina**: uma proposta metodológica regional para o estudo do cálculo diferencial e integral em sala de aula. 2006, 120 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) Universidade Luterana do Brasil, 2006.

FREITAS, C. A. M.; SANT'ANA, M. F. Modelo matemático do crescimento da *Araucaria angustifolia*. Aplicação da modelagem matemática no ensino do cálculo diferencial e integral. *In*.: ACTA SCIENTIAE: Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas/Universidade Luterana do Brasil. Canoas: Ed. ULBRA, v. 8, n. 2, jul./dez. 2006.

FURASTÉ, P. A. **Normas técnicas para o trabalho científico**. Porto Alegre: 2002.

GARNICA, A. V. M. **Algumas notas sobre Pesquisa Qualitativa e Fenomenologia.** 1997. Disponível em: www.interface.org.br/revista1/ensaio7.pdf. Acesso dia 31-12- 2007.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1997.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: E.P.U., 1986.

MANCUSO, R. **A Evolução do Programa de Feiras de Ciências do Rio Grande do Sul Avaliação Tradicional x Avaliação Participativa**. Florianópolis: UFSC, 1993. Dissertação (Mestrado em Educação).

OAIGEN, E. R.; PEREIRA, A. B. **Feiras de ciências**. 3ed. Canoas: Ulbra, 2000.

PAVÃO, A. C**. Feiras de Ciências**: Revolução Pedagógica, 2005. Disponível em: http://www.espacociencia.pe.gov.br/artigos/?artigo=6. Acesso em 12/01/06.

PEREIRA, A. B. **Feiras de Ciências**. Canoas, RS: Ed. ULBRA, 2000.

RILHO, B. C. **Uma experiência em ensino-aprendizagem: modelos de fundos de investimento e as derivadas**. 2005, 156 f. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, RGS., 2005.

RODNEY, C. B. **Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática**: Uma Nova Estratégia. São Paulo: Contexto, 2002.

ROGERS, C. R. **Tornar-se pessoa**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1978.

ROSSI, C. M. S. A proposta da interdisciplinaridade na universidade. Disponível em: <www.educacaoonline.pro.br>. Acessado em: 12 jun. 2006.

SANT’ANA, M. F..; AQUINO, V. C.; LENZ, D. Representação da solubilidade de sais inorgânicos em água por modelos matemáticos. In.: REVISTA ACTA SCIENTAE. Universidade Luterana do Brasil. Área de Ciências Naturais e Exatas. Canoas, RGS.: Ed. ULBRA, 1999. Revista de Ciências Naturais e Exatas, v. 7, n. 1, p. 17-23, jan./jun. 2005.

SILVEIRA, E. **Modelagem Matemática em educação no Brasil**: entendendo o universo de teses e dissertação. 2007, 197 f. Dissertação (Mestrado em Educação)-Setor de Educação da Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, 2007.

VARGAS, P. R. R.; SANT’ANA M. F. **Modelagem matemática: um ambiente de ensino e aprendizagem significante na 8ª série do ensino fundamental**. 2006, 122 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) Universidade Luterana do Brasil, 2006.

APÊNDICES

APÊNDICE A PESQUISA: MODELAGEM MATEMÁTICA & INTERDISCIPLINARIDADE

Nome: ____

1. Sexo:

( ) Feminino

( ) Masculino

2. Sua Formação no Ensino Fundamental foi na rede:

( ) Privada (Particular)

( ) Estadual

( ) Municipal

3. Reprovou algum ano na sua vida escolar?

( ) Sim

( ) Não

4. Qual a sua idade:

( ) Inferior a 15 anos

( ) Entre 15 e 18 anos

( ) Entre 18 e 20 anos

( ) Superior a 20 anos

5. Em relação a disciplina de matemática:

( ) Sempre conseguiu aprender com facilidade

( ) Sempre teve alguma dificuldade

(   ) Nunca conseguiu entender

(   ) outros

Escreva aqui sua resposta: ____

____

7. Você já participou de alguma atividade extra-escolar envolvendo matemática?

(   ) Sim

(   ) Não

Escreva aqui sua resposta: ____

____

8. Você já participou de alguma atividade em sala de aula envolvendo a matemática com outra disciplina?

(   ) Sim

(   ) Não

Escreva aqui sua resposta: ____

____

9. Você acredita que podemos aplicar a matemática no nosso dia-a-dia?

(   ) Sim

(   ) Não

(   ) Às vezes

10. Se você já conseguiu aplicar matemática, numa atividade de seu dia-a-dia, escreve aqui sua experiência: ____

____

11. Você já participou de algum evento, tipo Feira de Ciências?

( ) Sim

( ) Não

12. Se você já participou de algum evento, tipo feira de ciências, descreva neste espaço, em que ano, série, se foi em grupo e qual foi sua pesquisa apresentada: ____________

____

13. Se você já ainda não participou de nenhum evento, tipo feira de ciências, descreva neste espaço abaixo, no que você gostaria de participar: ________________________

____

14. Você já leu alguma bibliografia relacionada com modelagem matemática?

( ) Sim

( ) Não

15. Para você o que é mais importante: Estudar somente as técnicas da matemática ou estudar estas técnicas paralelamente aplicadas em questões relacionadas para sua interpretação e estudos específicos?

____

____

____

APÊNDICE B RELATÓRIO DE BORDO

Nome dos componentes do grupo: ____
____
____

Titulo do trabalho: ____

1. **RELATOS:** **ENCONTRO Nº ___**

____
____
____
____
____
____

2. **ENCONTRO Nº ___**

____
____
____
____
____
____

3. **ENCONTRO Nº ___**

____
____
____
____
____
____

4. **ENCONTRO Nº ___**

____
____
____
____
____

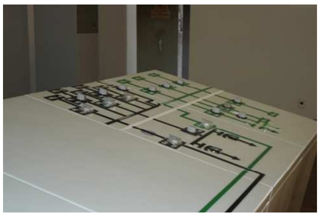
OBS: Fazer levantamento das informações relacionadas com o trabalho.
Estratégias para a montagem do trabalho.
Mencionar as dificuldades encontradas durante o desenvolvimento do trabalho.

ANEXOS

ANEXO A ENERGIA ELÉTRICA + MODELAGEM MATEMÁTICA

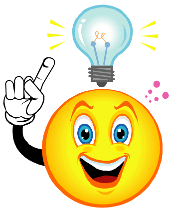
Saída a Campo

Visita na Subestação de Lages



Introdução

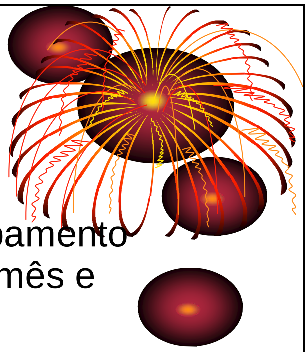
- Uma das grandes preocupações do nosso país é a crise da energia elétrica.
- Esse acontecimento do dia-a-dia atinge a nossa vida como cidadãos.
- Antes mesmo de pensar em desperdiçar energia, devemos trazer à tona esse tema e refletir!
- Sobre o nosso papel de consumidores de energia elétrica, não apenas no presente, mas também no futuro. Qual é o nosso papel nessa crise?
- Como podemos usufruir desta fonte de forma racional? Neste trabalho mostraremos como podemos economizar mais energia de um modo bem simples.
- E como isso é importante para o nosso dia-a-dia.



Como reduzir consumo em casa?

* Identificação dos hábitos que levam ao desperdício.
* Planejamento de mudanças nos hábitos da família.
* Estabeleça metas de redução e fique atento com os eletrodomésticos, prefira sempre os que têm o SELO PROCEL.

Como calcular o consumo dos eletrodomésticos?



*Basta multiplicar a potência do equipamento (em watts) pelo número de dias do mês e horas de uso/dia e dividir por 1000.

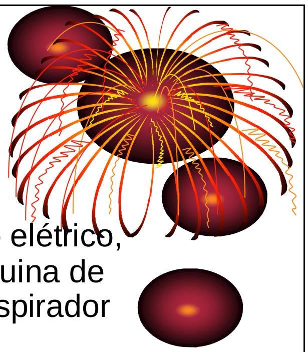
Exemplos: Forno Elétrico Fischer (40 min de uso = o,666 h)

1.750 W x 4 x 0,666 / 1000 = 4,666 kW h/m

Chuveiro

5.500 W . 30 . 1 / 1000 = 165 kWh/m

Quais são os aparelhos que mais consomem energia em casa?



*Por ordem são: geladeira e freezer, chuveiro elétrico, iluminação, televisão, ferro de passar, máquina de lavar e outros(enceradeira, liquidificador, aspirador de pó).

*O que significa o número de watts especificado na embalagem de uma lâmpada?

*Significa o valor da potência elétrica da lâmpada, ou seja, sua capacidade de consumo de energia.

É possível haver fuga de energia?

Sim, para verificar desligue todos os aparelhos da tomada e apague as luzes. Verifique se o disco do medidor continua girando. Se estiver, é sinal de fuga de energia. Desligue a chave geral e observe:

*Se o disco parar de funcionar, o defeito é na instalação da sua casa.

Qual a diferença entre watt, volt e tensão da residência?

► Watt é unidade de medida que cada aparelho requer pra seu funcionamento.

► Volt é a unidade de medida da tensão em que é fornecida a energia elétrica em sua cidade. A tensão utilizada nas residências de Lages é de 220 volts.

Mitos e Lendas

- O que á falso e o que é verdadeiro quando se fala em energia elétrica? Confira alguns mitos sobre o assunto que não se confirmam na realidade.

Garrafas d'água sobre medidores

Colocar garrafas d'água sobre o medidor não diminui o valor da conta de energia elétrica. É até perigoso: se a água vazar, pode causar curto-circuito e dar prejuízo ou causar acidentes.

Instalação de 220v consome mais?

Instalação de 220V não consomem mais nem menos energia que as de 110V. São o tempo de utilização e a potência dos eletrodomésticos que determinam o consumo de uma residência.

Tarifa Consumo de Energia Elétrica

- Até 30 kWh - 0,133490
- 31 a 100 kWh - 0,229640
- 101 a 150 kWh - 0,344520
- 151 a 160 kWh - 0,408710
- 161 a 220 kWh - 0,454140

Fonte: Fatura de Energia Elétrica – CELESC _ 2007

Média de consumo por mês

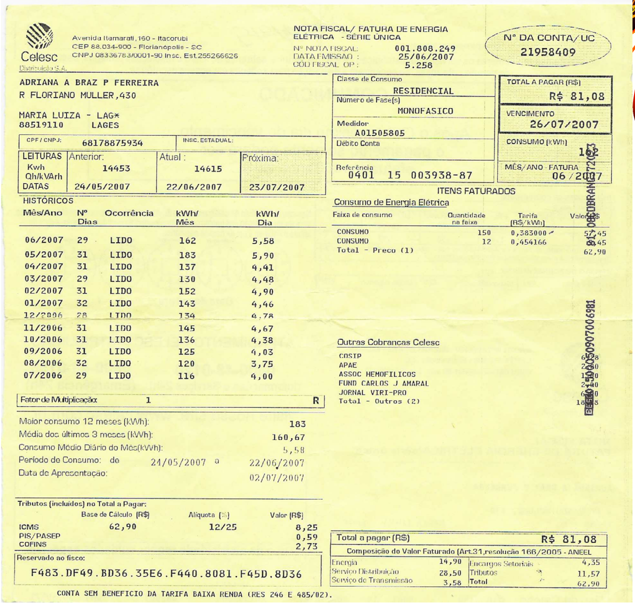
Aluno	Consumo (kWh/m)
1	160
2	130
3	95
4	92

Pesquisa coletada pelos alunos do grupo

Pesquisa da conta de luz da residência da Francielly

Aparelhos	Potência W	Dias- Uso/ Mês	Médias- horas/ dias	kWh/mês
TV 29’	135	30	3	12,15
TV 20’	51	30	6	9,18
F. ELÉTRICO	1.750	4	0,666	4,67
DVD	20	20	4	1,6
GELADEIRA	90	30	14	37,8
CHUVEIRO	4.800	30	0,5	72
MINI SISTEM	105	4	1	0,42
SANDUICHEIRA	700	4	0,25	0,7
FERRO	1.800	4	2	14,4
LÂMPADA INC.	100	30	3	9
TOTAL				161,9

Total = 161,9 ≈ 162



Celesc Distribuição S.A.
Avenida Itamarati, 160 - Itacorubi
CEP 88.034-900 - Florianópolis - SC
CNPJ 08336783/0001-90 Insc. Est.255266626

NOTA FISCAL/ FATURA DE ENERGIA ELÉTRICA - SÉRIE ÚNICA
Nº NOTA FISCAL: 001.808.249
DATA EMISSAO : 25/06/2007
CÓD FISCAL OP : 5.258

Nº DA CONTA/UC 21958409

ADRIANA A BRAZ P FERREIRA
R FLORIANO MULLER,430
MARIA LUIZA - LAG*
88519110 LAGES

CPF/CNPJ: 68178875934 INSC. ESTADUAL:

Classe de Consumo: RESIDENCIAL
Número de Fase(s): MONOFASICO
Medidor: A01505805
Débito Conta
Referência: 0401 15 003938-87

TOTAL A PAGAR (R$): R$ 81,08
VENCIMENTO: 26/07/2007
CONSUMO (kWh): 162
MÊS/ANO - FATURA: 06 / 2007

LEITURAS	Anterior:	Atual:	Próxima:
Kwh Qh/kVArh	14453	14615	
DATAS	24/05/2007	22/06/2007	23/07/2007

HISTÓRICOS

Mês/Ano	Nº Dias	Ocorrência	kWh/ Mês	kWh/ Dia
06/2007	29	LIDO	162	5,58
05/2007	31	LIDO	183	5,90
04/2007	31	LIDO	137	4,41
03/2007	29	LIDO	130	4,48
02/2007	31	LIDO	152	4,90
01/2007	32	LIDO	143	4,46
12/2006	28	LIDO	134	4,78
11/2006	31	LIDO	145	4,67
10/2006	31	LIDO	136	4,38
09/2006	31	LIDO	125	4,03
08/2006	32	LIDO	120	3,75
07/2006	29	LIDO	116	4,00

Fator de Multiplicação: 1 R

Maior consumo 12 meses (kWh): 183
Média dos últimos 3 meses (kWh): 160,67
Consumo Médio Diário do Mês(kWh): 5,58
Período de Consumo: de 24/05/2007 a 22/06/2007
Data de Apresentação: 02/07/2007

ITENS FATURADOS

Consumo de Energia Elétrica

Faixa de consumo	Quantidade na faixa	Tarifa (R$/kWh)	Valor R$
CONSUMO	150	0,383000	57,45
CONSUMO	12	0,454166	[illegible],45
Total - Preco (1)			62,90

Outras Cobrancas Celesc

COSIP	[illegible]
APAE	[illegible]
ASSOC HEMOFILICOS	[illegible]
FUND CARLOS J AMARAL	[illegible]
JORNAL VIRI-PRO	[illegible]
Total - Outros (2)	[illegible]

Tributos (incluídos) no Total a Pagar:

	Base de Cálculo (R$)	Alíquota (%)	Valor (R$)
ICMS	62,90	12/25	8,25
PIS/PASEP			0,59
COFINS			2,73

Reservado ao fisco:
F483.DF49.BD36.35E6.F440.8081.F45D.8D36

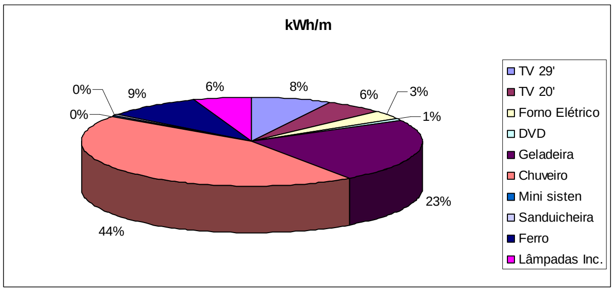
Total a pagar (R$): R$ 81,08

Composição do Valor Faturado (Art.31,resolução 166/2005 - ANEEL

Energia	14,90	Encargos Setoriais	4,35
Serviço Distribuição	28,50	Tributos	11,57
Serviço de Transmissão	3,58	Total	62,90

CONTA SEM BENEFICIO DA TARIFA BAIXA RENDA (RES 246 E 485/02).

Gráfico - Porcentagem



Observa-se que os eletrodomésticos que mais consomem energia elétrica estão na seguinte ordem:

44% Chuveiro; 23% Geladeira; Ferro 9% [...]são aparelhos com resistores.

Investigação para poupar energia e gastos.

1. Qual destes eletrodomésticos tem mais gastos durante um mês em kw/h em reais e em porcentagem?

2. O que pode ser feito para reduzir o consumo de energia deste aparelho?

3. Qual a maneira de controlar o consumo de energia elétrica para economizar financeiramente?

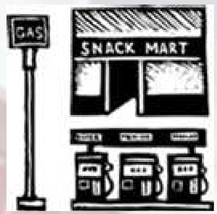
Conclusão

- O trabalho realizado possibilitou ao nosso grupo em ter uma visão mais clara na utilização de energia elétrica de forma responsável e consciente.
- Calculamos os gastos financeiros de cada aparelho representado, comparamos entre os aparelhos analisados qual deles teve um gasto maior.
- Sendo o chuveiro elétrico o que mais consumiu energia elétrica e conseqüentemente também representou um maior gasto financeiro.
- Para a realização desta atividade utilizamos Modelagem Matemática, que consiste em transformar problemas do nosso dia-a-dia, pois é através de situações-problema como esta é que podemos nos conscientizar que a única forma de economizar energia é reduzindo o tempo de uso dos eletrodomésticos.

Apresentação na Feira de Ciências

ANEXO B O USO DO COMBUSTÍVEL + MATEMÁTICA

MODELAGEM MATEMÁTICA



O uso Combustível + Matemática

Saimon

Leonardo

Guilherme

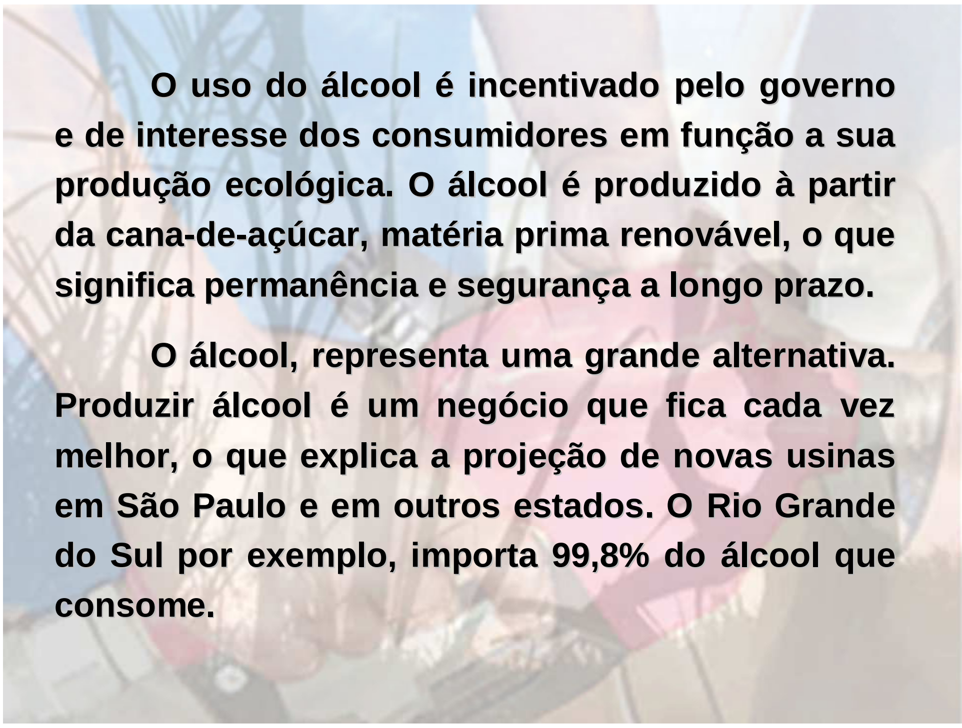
Paulo Eduardo

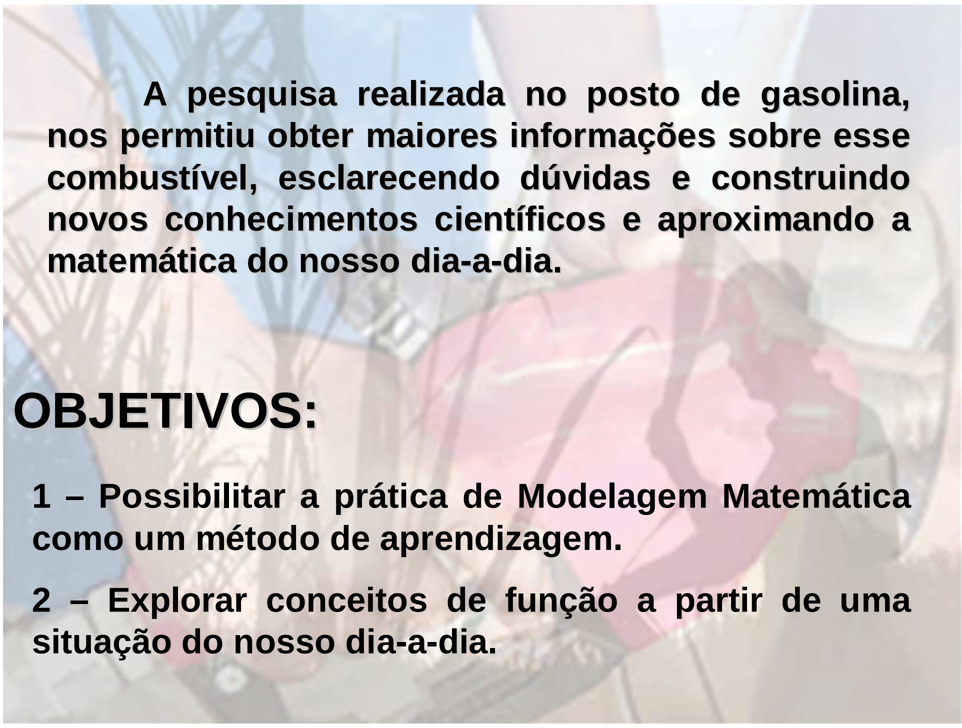
Introdução

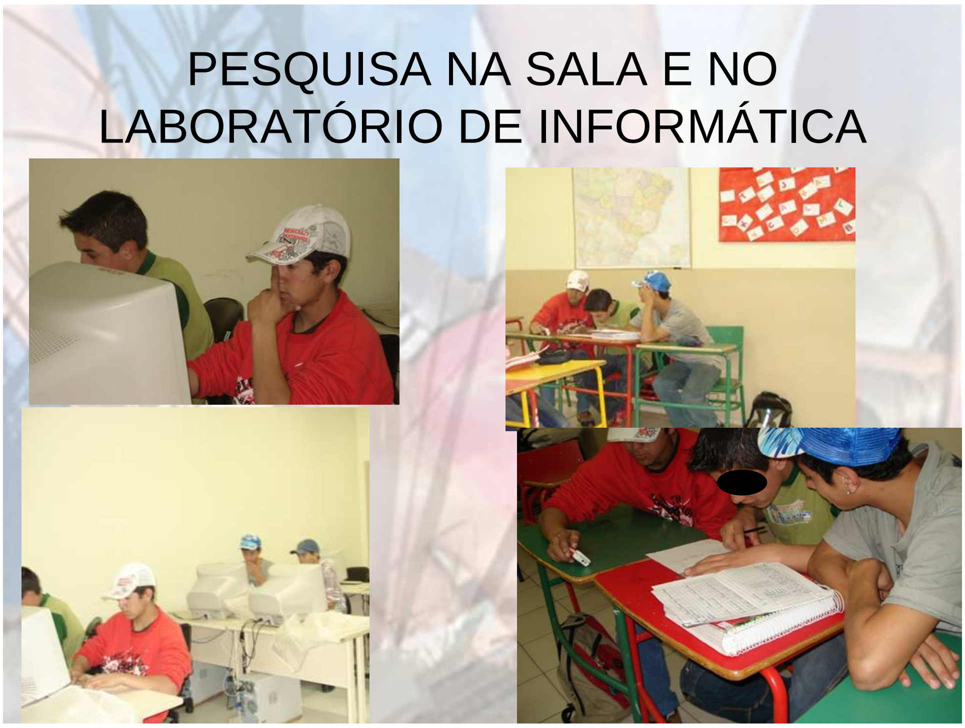
O mundo está organizado em função dos combustíveis. Deles dependem o transporte e a produção sustentável do nosso país e assim todo um desenvolvimento econômico e tecnológico.

Busca-se hoje cada vez mais, alternativas para substituir o combustível de origem fóssil. É o caso do Petróleo, de onde é extraída a gasolina, o óleo diesel, lubrificantes e outros produtos. Esse tipo de combustível tem o tempo certo para terminar.

Para que a sociedade continue se desenvolvendo usar o álcool como combustível é uma das alternativas.


O uso do álcool é incentivado pelo governo e de interesse dos consumidores em função a sua produção ecológica. O álcool é produzido à partir da cana-de-açúcar, matéria prima renovável, o que significa permanência e segurança a longo prazo.
O álcool, representa uma grande alternativa. Produzir álcool é um negócio que fica cada vez melhor, o que explica a projeção de novas usinas em São Paulo e em outros estados. O Rio Grande do Sul por exemplo, importa 99,8% do álcool que consome.


A pesquisa realizada no posto de gasolina, nos permitiu obter maiores informações sobre esse combustível, esclarecendo dúvidas e construindo novos conhecimentos científicos e aproximando a matemática do nosso dia-a-dia.
OBJETIVOS:
1 – Possibilitar a prática de Modelagem Matemática como um método de aprendizagem.
2 – Explorar conceitos de função a partir de uma situação do nosso dia-a-dia.

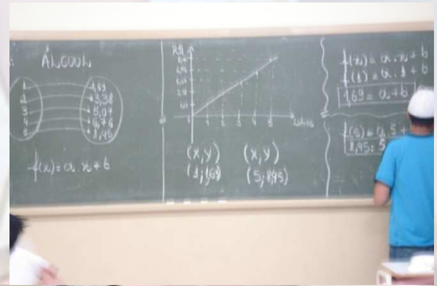

PESQUISA NA SALA E NO
LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA

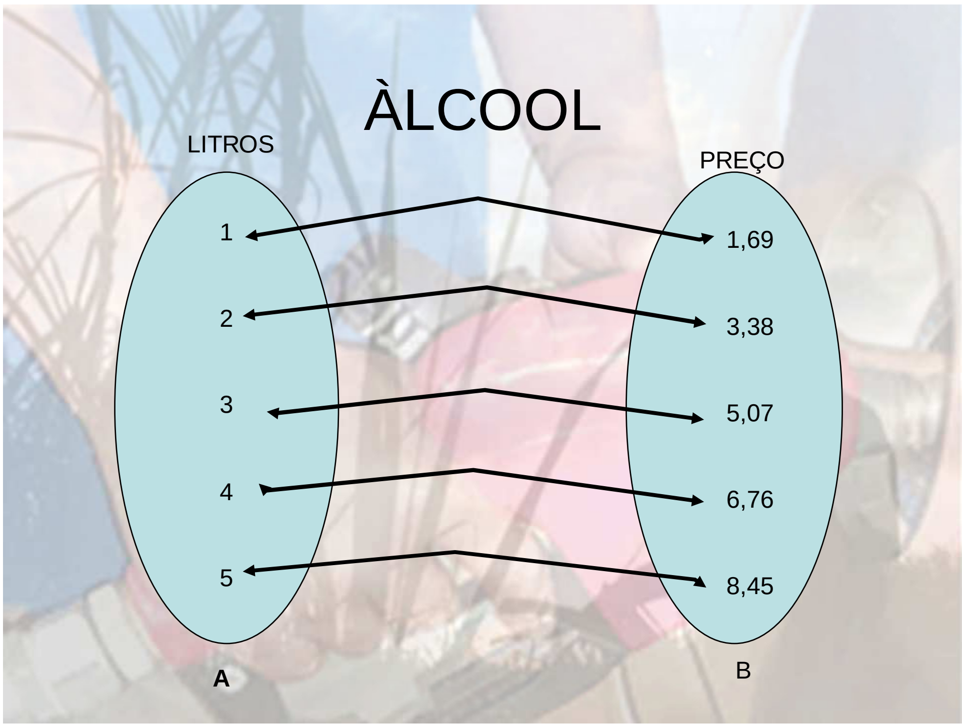

PESQUISA DE CAMPO

INVESTIGAÇÃO

- PESQUISAMOS O PREÇO DOS COMBUSTÍVEIS NO "POSTO REX";
- CONSTRUÍMOS UMA TABELA;
- CONCLUÍMOS QUE EXISTE UMA FUNÇÃO EM RELAÇÃO AOS DADOS OBTIDOS.

Concluindo o Modelo Matemático




ÀLCOOL
LITROS
PREÇO
1
2
3
4
5
1,69
3,38
5,07
6,76
8,45
A
B

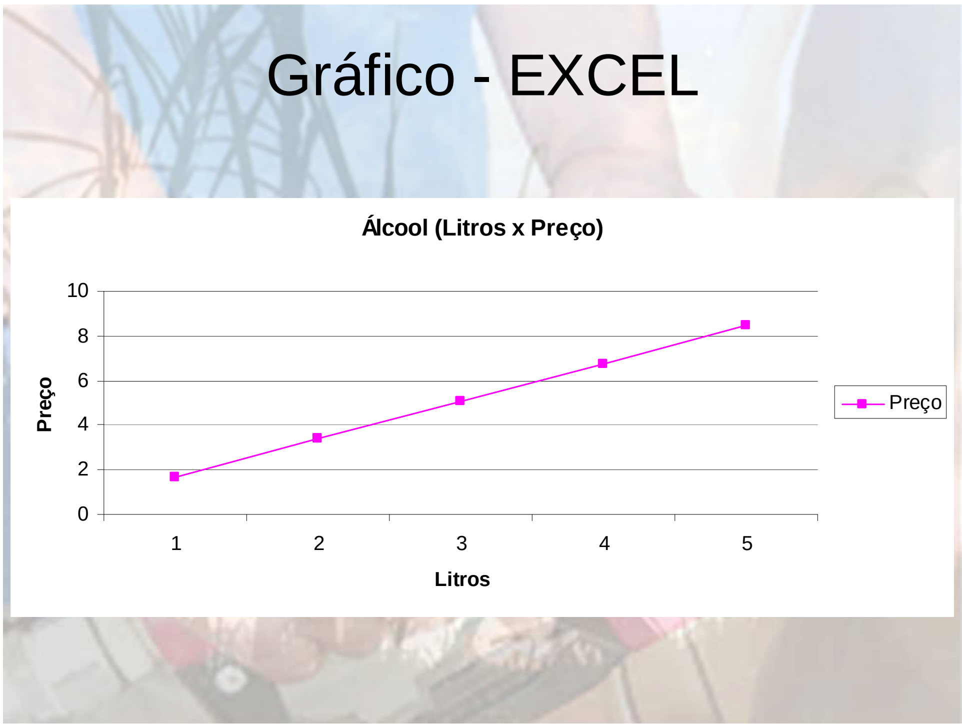
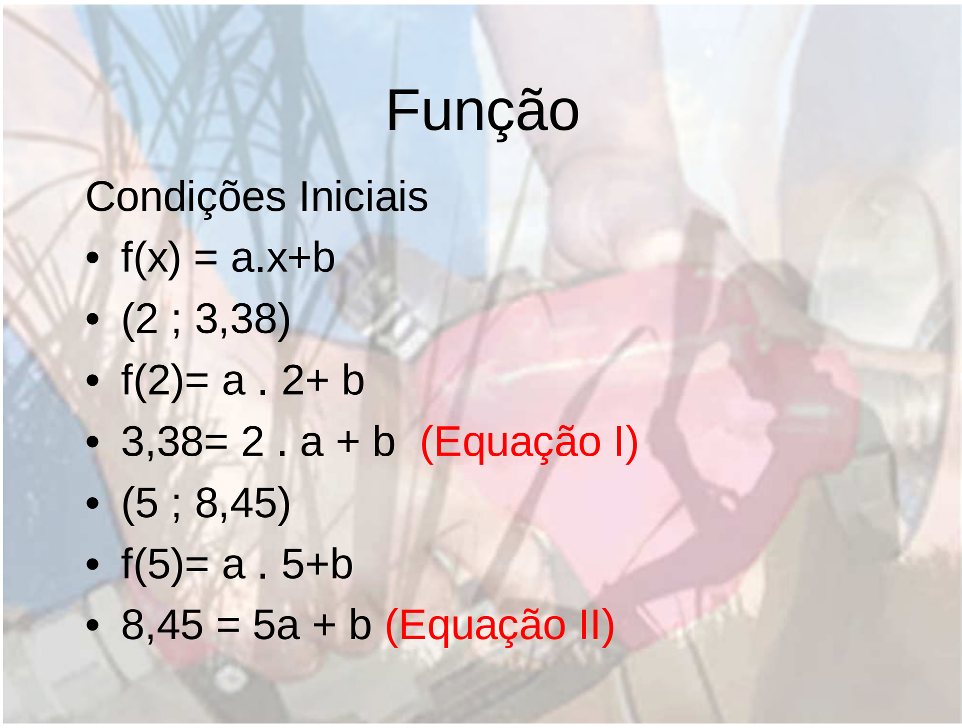
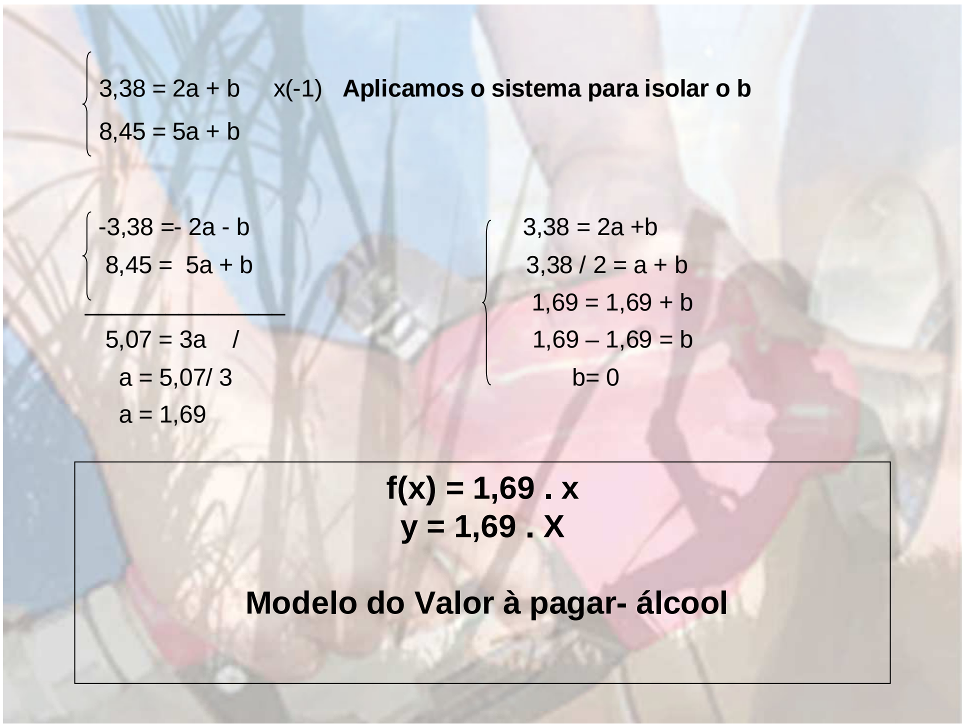
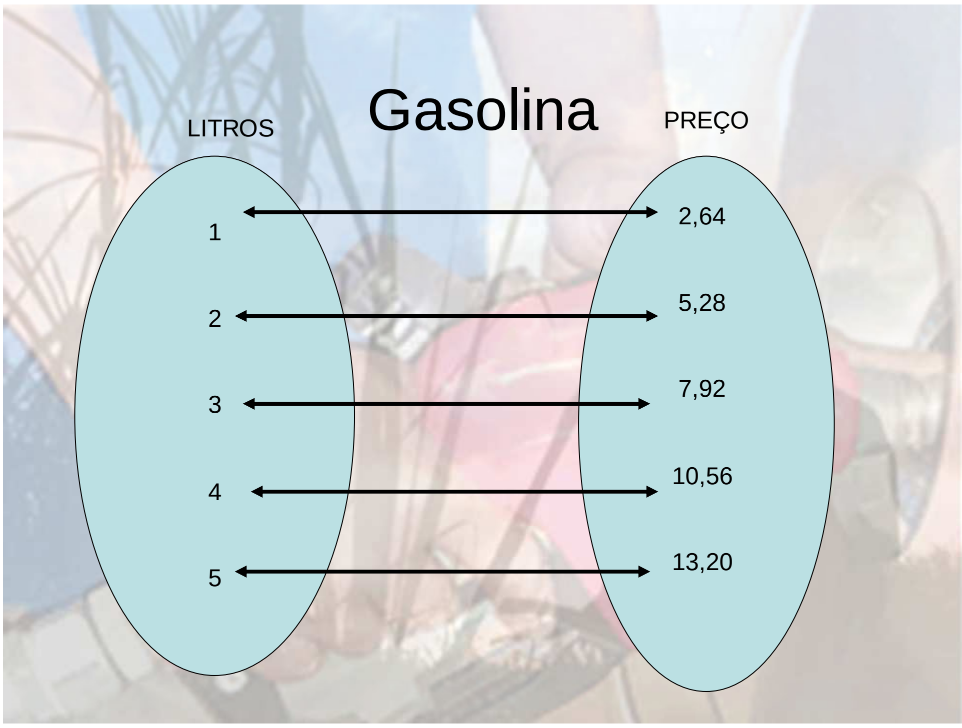


Gráfico - EXCEL
Álcool (Litros x Preço)
Preço
10
8
6
4
2
0
1
2
3
4
5
Litros
Preço


Função
Condições Iniciais
• f(x) = a.x+b
• (2 ; 3,38)
• f(2)= a . 2+ b
• 3,38= 2 . a + b (Equação I)
• (5 ; 8,45)
• f(5)= a . 5+b
• 8,45 = 5a + b (Equação II)


3,38 = 2a + b x(-1)
8,45 = 5a + b
Aplicamos o sistema para isolar o b
-3,38 =- 2a - b
8,45 = 5a + b
5,07 = 3a /
a = 5,07/ 3
a = 1,69
3,38 = 2a +b
3,38 / 2 = a + b
1,69 = 1,69 + b
1,69 – 1,69 = b
b= 0
f(x) = 1,69 . x
y = 1,69 . X
Modelo do Valor à pagar- álcool


Gasolina
LITROS
PREÇO
1
2
3
4
5
2,64
5,28
7,92
10,56
13,20

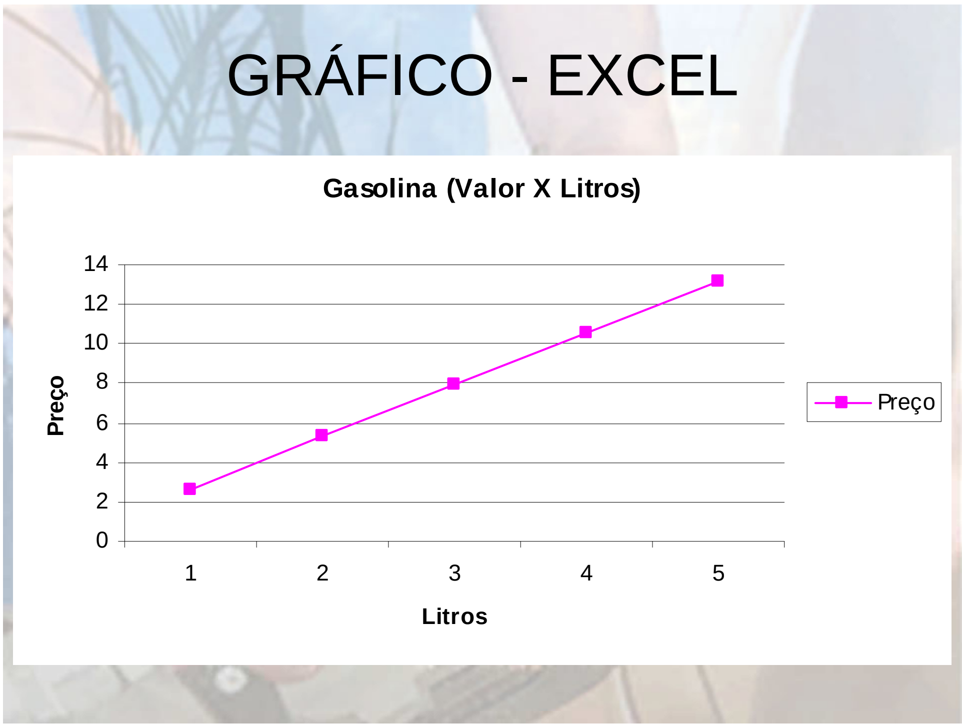


GRÁFICO - EXCEL
Gasolina (Valor X Litros)
Preço
14
12
10
8
6
4
2
0
1
2
3
4
5
Litros
Preço

Modelo para compra da gasolina

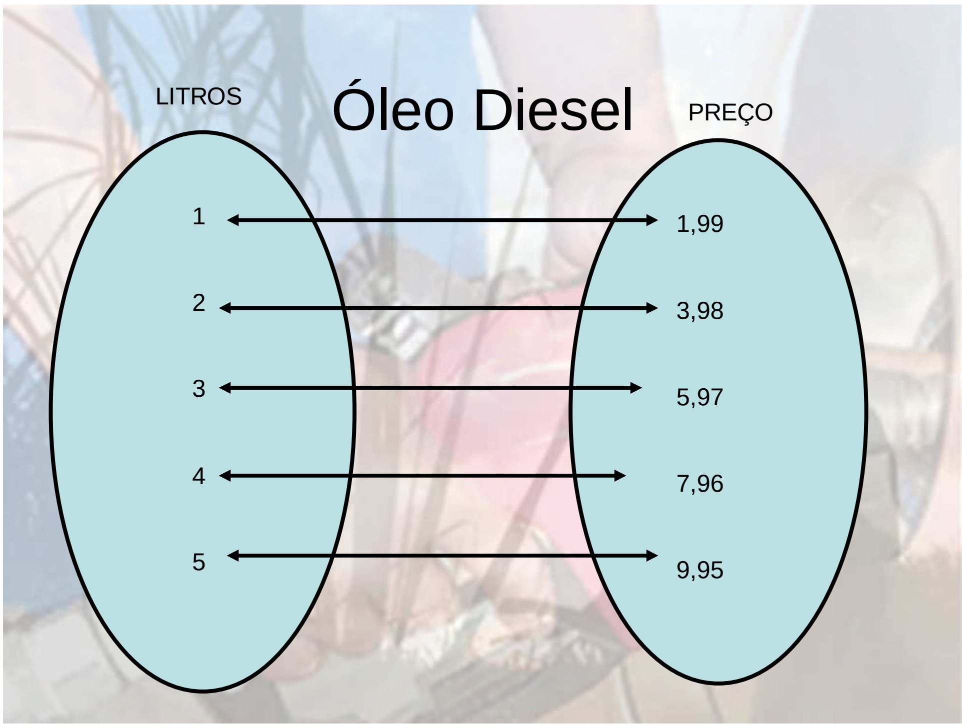
- Usamos o mesmo processo de função para obter o modelo.
- f(x)= a . X + b
- f(1)= a . 1 + b
- 2,64= a + b (Equação I)

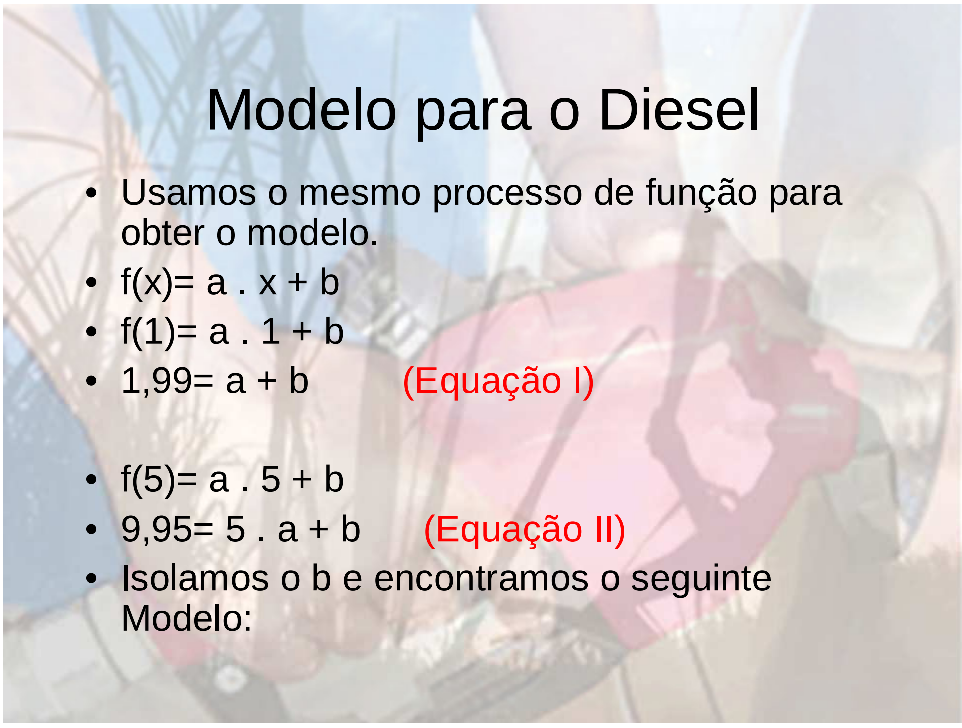
- f(5)= a . 5 + b
- 13,20= 5a + b (Equação II)
- Isolamos o b e encontramos o seguinte Modelo:

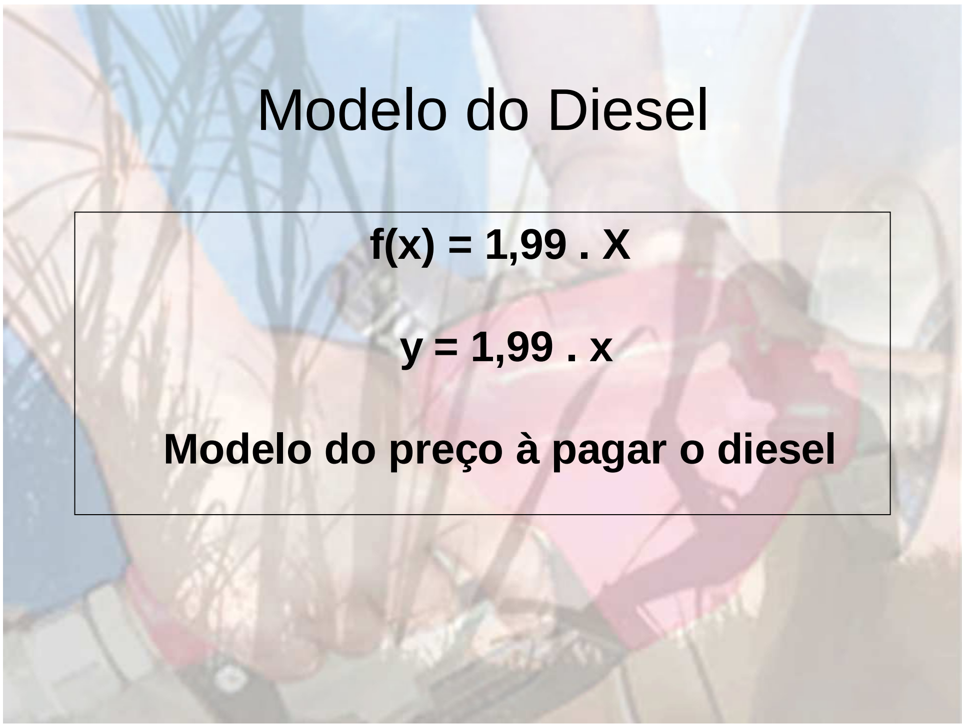
f(x) = 2,64 . X

y = 2,64 . x

Modelo do preço à pagar da gasolina


Óleo Diesel
LITROS
PREÇO
1
2
3
4
5
1,99
3,98
5,97
7,96
9,95


Modelo para o Diesel
• Usamos o mesmo processo de função para obter o modelo.
• f(x)= a . x + b
• f(1)= a . 1 + b
• 1,99= a + b (Equação I)
• f(5)= a . 5 + b
• 9,95= 5 . a + b (Equação II)
• Isolamos o b e encontramos o seguinte Modelo:


Modelo do Diesel
f(x) = 1,99 . X
y = 1,99 . x
Modelo do preço à pagar o diesel

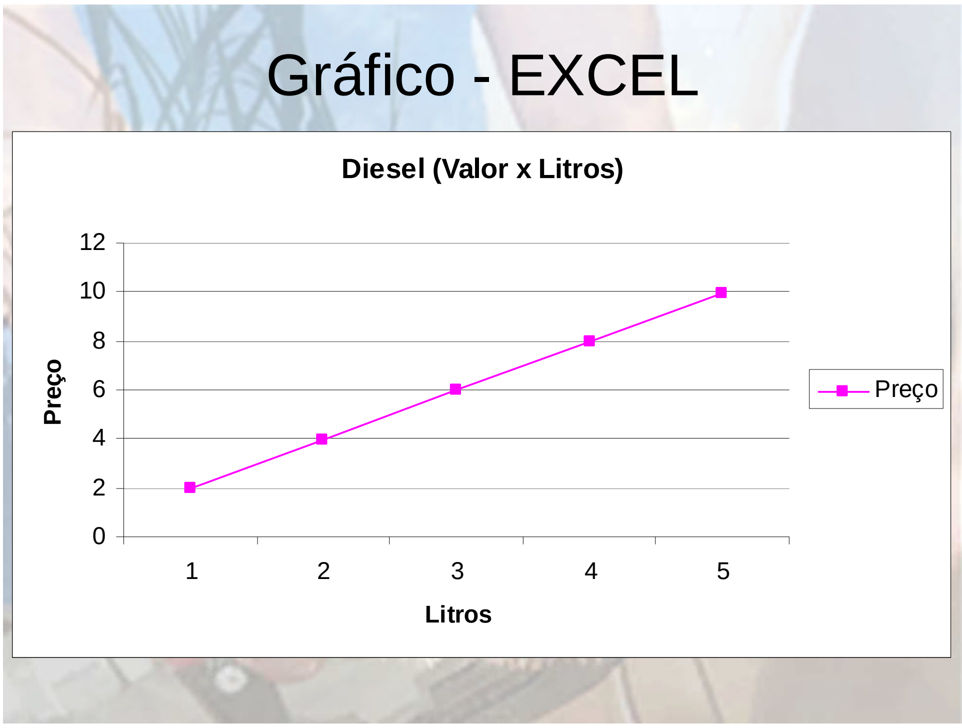


Gráfico - EXCEL
Diesel (Valor x Litros)
Preço
12
10
8
6
4
2
0
1
2
3
4
5
Litros
Preço

CONCLUSÃO:

- Fizemos uma pesquisa de campo no Posto Rex, que fica localizado no Bairro Coral, em Lages – SC.
- Obtemos informações sobre o funcionamento da Bomba de Gasolina e também o preço dos combustíveis que ali vendem.
- Com os dados que obtemos, podemos trabalhar no Excel e observamos que conseguimos chegar numa Função de Equação matemática.
- Para a realização dessa atividade utilizamos Modelagem Matemática, que consistem transformar dados do nosso dia-a-dia em problemas matemáticos. Através desse novo método conseguimos compreender facilmente a função matemática.

Apresentação na Feira de Ciências

ANEXO C ESCOAMENTO DA ÁGUA X MODELAGEM MATEMÁTICA

Escoamento da água
X
Modelagem Matemática

GRUPO: GILMAR DOS ANJOS

BRUNO PIUCCO

LUÍS DE OLIVEIRA

Estudo em sala de aula e no Laboratório de Informática

Construção do experimento

Perguntas

- *Onde é captada a água que nós consumimos?*
- *Como funciona o processo de vazão da água até nossas residências?*
- *Qual o processo de tratamento da água?*
- *O tratamento é feito de acordo com a legislação?*

Equação do Escoamento da Água

Para obter a equação, depois dos dados coletados, vimos que se apresentou uma função quadrática de 2º grau.

$y = a.x^2 + b.x + c$ (função da parábola)

$h(t) = b.a^t + c$ (função: altura X tempo)

Substituindo os dados e isolando primeiramente o b, encontramos o valor de **a=0,08703** e

b= -2,694 , sabendo que c= a altura da água que é de 20 cm, ou seja, **c=20**.

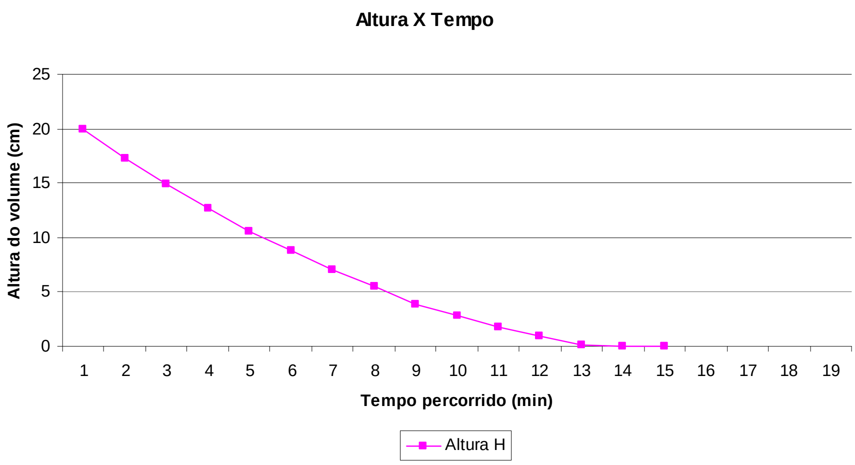
Modelo do Experimento

$h(t) = 0{,}08703 \ . \ t^2 + (-2{,}694) \ . \ t + 20$

Essa foi a equação encontrada, e quando substituída para qualquer tempo, encontramos o valor igual ou aproximado da altura da vazão, que foi feito neste experimento.

Construção do Modelo Matemática

GRÁFICO
DADOS OBTIDOS NO EXCEL



Experimento
Escoamento da Água

- O trabalho sobre o escoamento da Água fala sobre a importância dela no nosso cotidiano. Fizemos um pequeno experimento sobre o escoamento da água. Visitamos a estação de tratamento de água “Semasa”.
- Lá conhecemos como funciona o processo de vazão de tratamento e a vazão para as residências.
- Visualizaremos um gráfico sobre o experimento dessa vazão.

Resultado do Modelo Matemático

$$\mathbf{h(t)=a \,.\, t^2 + b \,.\, t + c}$$

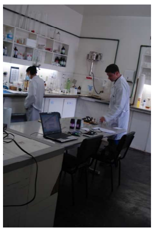
- Um modelo aproximado para o escoamento diz que *h(t)* é solução da equação da função de segundo grau, onde podemos constatar que o gráfico de *h(t)* é uma semi parábola.
- Esse experimento é um exemplo prático de como funções aparecem na “vida real”.

Saída de Campo
SEMASA – Lages(SC)




Eng° Roberto

A Engenheira Química (Aline)
explicando o processo de vazão e tratamento




SEMASA

SEMASA

Como funciona a ETA

- **Qualidade e Tratamento da Água de Lages**
- *Água Bruta (ERAB III), distante a cerca de 6 km , chegando à Estação de Tratamento de Água (ETA), situada à Av. 1º de Maio, no Bairro Popular, por bombeamento. A água para tratamento é captada no Rio Caveiras através da Estação de Recalque através de uma tubulação de 800mm^3 diâmetro.*
- Já na ETA a água bruta passa pelas seguintes etapas:

Cloração

- uma concentração de cloro residual adequada para garantir a desinfecção da água de abastecimento ao longo de toda a rede de distribuição.
- Depois desses processos, a água devidamente tratada, desce para o primeiro reservatório, o chamado R0, onde é bombeada para os outros 20 reservatórios da cidade, e distribuída por gravidade (alguns desses reservatórios ainda precisam bombear a água para outros reservatórios por causa do relevo acidentado da cidade).

- O tratamento da água é feito de acordo com o que a legislação exige e até mais rigoroso. As análises em laboratórios são feitas com freqüência e até mais vezes que o exigido. Uma das leis que uma estação de tratamento de água deve seguir é quanto à unidade de coloração (NTU). A faixa de unidade de cor (NTU) deve estar entre 0 e, no máximo, 15. Segundo o gerente do Contrato, Maurício Tadeu Lopes, a água bruta de Lages, que vem do Rio Caveiras, não é difícil de tratar, pois já vem com qualidade razoável.

Processo de Fluoretação

- Flúor está na lista de elementos essenciais no tratamento da água para efeitos fisiológicos benéficos. A fluoretação é um processo preventivo contra a perda de minerais do esmalte dos dentes, deixando-os mais resistentes à ação de agentes nocivos.

Processo de filtração

- É a operação em que as partículas menores que porventura ainda existam na água sejam retidas nos filtros.

Processo de Decantação

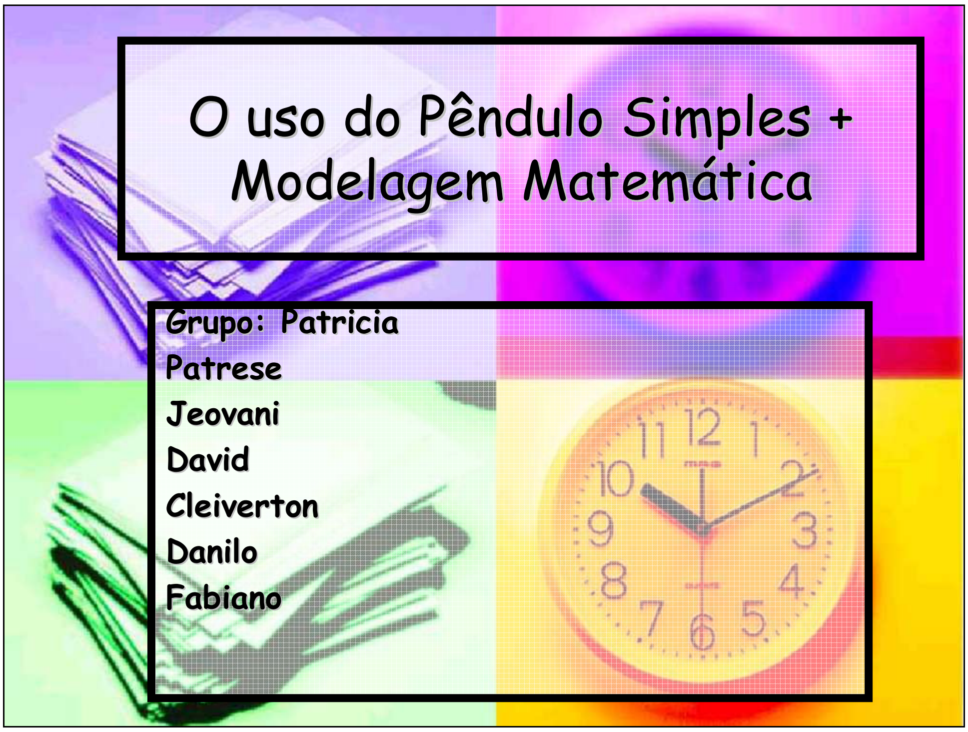
- É o processo que permite separar os flocos formados na etapa anterior, os quais se precipitam para o fundo dos tanques, deixando a água livre das partículas sólidas.

Conclusão

- Passamos por um processo de aprendizagem com este trabalho. Nós vivemos experiências que nunca esqueceremos. Vimos de perto como acontece o processo de tratamento de água, através da vazão,diretamente na ETA(estação de tratamento de água) de LAGES a “SEMASA”, podemos acompanhar cada processo que a água passa para poder chegar até a nossas casas.
- Fizemos um projeto, que foi muito bom para aumentar nosso conhecimento. Aproveitamos cada momento deste trabalho, utilizamos a Modelagem Matemática como método do processo da vazão.

Apresentação na Feira de Ciências

ANEXO D O USO DO PÊNDULO SIMPLES + MODELAGEM MATEMÁTICA



Estudo em Sala de Aula e no Laboratório de Informática

DADOS DO PÊNDULO

Experimento do Pêndulo Simples e Coleta de dados

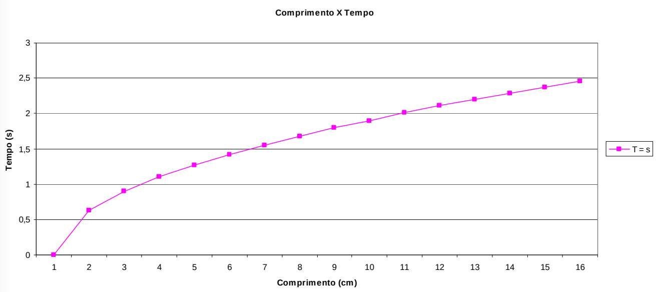
Equação para o período do pêndulo simples em função do comprimento *L* e da aceleração da gravidade *g*:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

DADOS OBTIDOS

L (cm)	T (s)
0,00	0,00
0,10	0,63
0,20	0,90
0,30	1,10
0,40	1,27
0,50	1,42
0,60	1,55
0,70	1,68
0,80	1,80
0,90	1,90
1,00	2,01
1,10	2,11
1,20	2,20
1,30	2,29
1,40	2,37
1,50	2,46

Construção do gráfico



Usando dados Matemáticos

Posição do pêndulo em função do tempo para um lançamento do repouso a 60° com a vertical para um pêndulo de 24,8 cm de comprimento, que corresponde a um período de 1 segundo na aproximação do oscilador harmônico simples. As curvas foram calculadas a partir da integração numérica da equação diferencial ("real") e da solução para a aproximação sen $\theta = \theta$ ("aproximada"). Caso este pêndulo fosse utilizado como relógio, esta diferença provocaria um atraso de cerca de 1 hora e 45 minutos a cada 24 horas.

Qual seria o atraso durante uma semana?

Dia	Minutos
1	105
7	x

Para determinar o atraso do relógio em 7 dias, foi realizado o seguinte cálculo:

1. $x = 7 \,.\, 105$

$x = 735$ minutos

$735 \div 60 = 12$ h e 15 minutos

Qual seria o atraso durante 30 dias?

$x = 30 \,.\, 105$

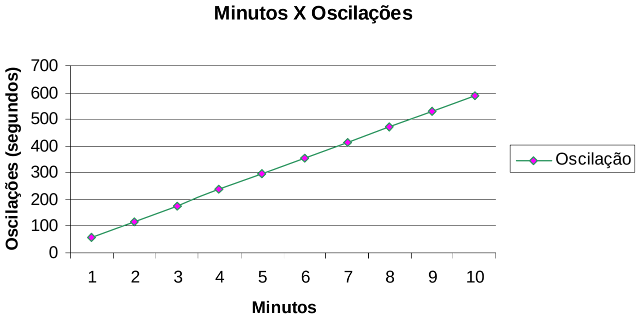
$x = 3\,150$ minutos

$3\,150 \div 60 = 52$ h e 30 minutos

Dados coletados – Relógio de Pêndulo(na relojoaria)

Minutos	Oscilações
1	59
2	118
3	177
4	236
5	295
6	354
7	413
8	472
9	531
10	590

Gráfico dos dados obtidos



Modelo Matemático do tempo em função das oscilações do pêndulo do relógio

$f(x) = a \cdot x$

$y = a \cdot x$

Onde: y=minutos

x=oscilações(segundos)

a= período de tempo

Fazendo os cálculos

f(x) = a . x

f(4) = a . 4

236 = a . 4

236 ÷ 4 = a

a = 59

Logo, o Modelo Matemático para esse experimento é:

y = 59 . x

Observações relevantes

O relógio apresenta um atraso de 1 segundo por minuto. Para verificar o atraso por um período de 7 dias, fizemos os seguintes cálculos:

Tempo real	Tempo do experimento
7dias = 168 horas 168 . 60 = 10.080 minutos 10080 . 60 = 604.800 segundos	7dias = 168 horas 168 . 59 =9.912minutos 9.912 . 59 = 584.808 segundos

604.800 – 584.808 = 19.992→segundos de atraso
19.992 ÷ 60 = 333,2 minutos
333,2 ÷ 60 = 5, 55 horas , que corresponde aproximadamente 6 horas de atraso durante 7 dias.

Um pouco da história do Pêndulo Simples

Desde a antiguidade, as pessoas observavam que a massa presa à ponta de uma corda oscilava. Porém, somente no século XVI descobriu-se que, para pequenos ângulos, o Pêndulo possui o mesmo tempo de oscilação. O Pêndulo fazia facilmente aquilo que se pretendia de um relógio, isto é, repetir um mesmo movimento regularmente. Podia desta forma, ser utilizado para medir a duração de pequenos intervalos de tempo.

Galileu talvez tenha sido o primeiro a fazer um esboço sobre a forma de utilizar um pêndulo para construir um relógio.

Somente em 1657, Christian Huygens,cientista holandês, fabricou os primeiros relógios de pêndulo, estimulado pela descoberta de Galileu

O tempo

- Relógio, Qualquer movimento periódico
- Escalas de Tempo
  - Celestial; órbitas de planetas, rotação da Terra em torno do seu próprio eixo.
  - Atômica; freqüências da radiação emitida por átomos

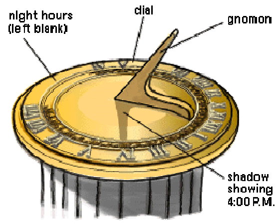
Relógios (instrumento)

- Relógios de Sol (muito antigos)
- Relógios de água(Egito e Babilônia)
- Relógios de areia (ampulhetas)
- Galileu
- Comparou oscilações do candelabro da Catedral de Pisa com o ritmo do seu pulso. Usou a idéia inversa, pendulo para medir pulso
- (Ciência $\rightarrow$ Tecnologia)

História do tempo

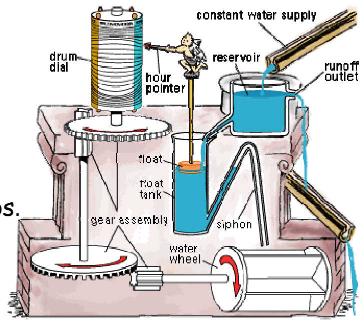
Relógio de Sol
Século 16 aC no Egito

Hora no verão diferente da
Hora no inverno
Em 263 aC, relógio trazido da
Catânia para Roma apresentou
tempo errado aos romanos por
100 anos.



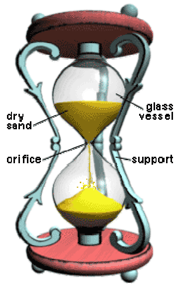
Clepsidra

Século 15 aC
O pinga-pinga foi o
precursor
do tic-tac dos relógios.



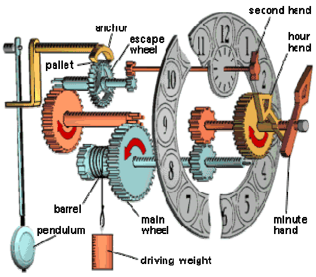
História do tempo

Ampulheta
Século 14 na Europa
Usado para marcar tempo de
eventos como sermões, aulas..

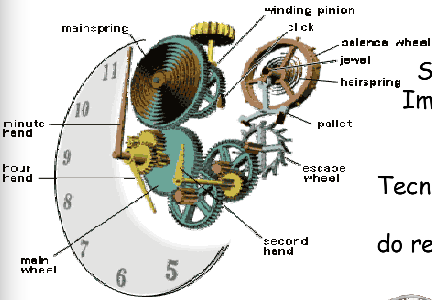


Relógio de pêndulo
1656 astrônomo Cristiaan
Huygens

Galileu em 1580, foi o
primeiro a ver a importância
do pêndulo.
RP contou segundos pela
primeira vez no século 17

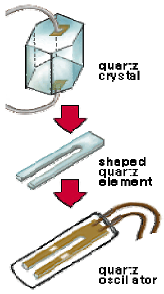


História do tempo

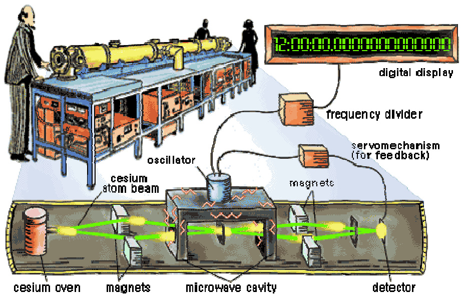


Relógio de mola
Século 15 na Europa
Impreciso inicialmente
Tornou o relógio miniaturizável.
Tecnologia que reinou até o advento
do relógio de quartzo (hoje 13% do m.)

Relógio de quartzo
1927 J.W.Horton e W.A.Morison
Tinha o tamanho de uma sala
Preciso, mostrou que segundo como
1/864000 do ano médio era impreciso.
Hoje presente na compra de cereal.



Relógio Atômico

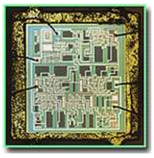


Relógio de Quartzo

A tecnologia que não virou padrão de tempo

História do tempo

- 1959 Circuito integrado Jack Kilby of Texas Instruments and Robert Noyce at Fairchild Semiconductor



- 1961-62 LED, Light Emitting Diode

- 1968 LCD, liquid Crystal Display
- 1969,Seiko 35 SQ Astron relógio de quartzo

- 1970 Pulsar
- 1983 Swatch (Suiça se rende a nova tecnologia)


Relógios de Pêndulo que
ainda são usados

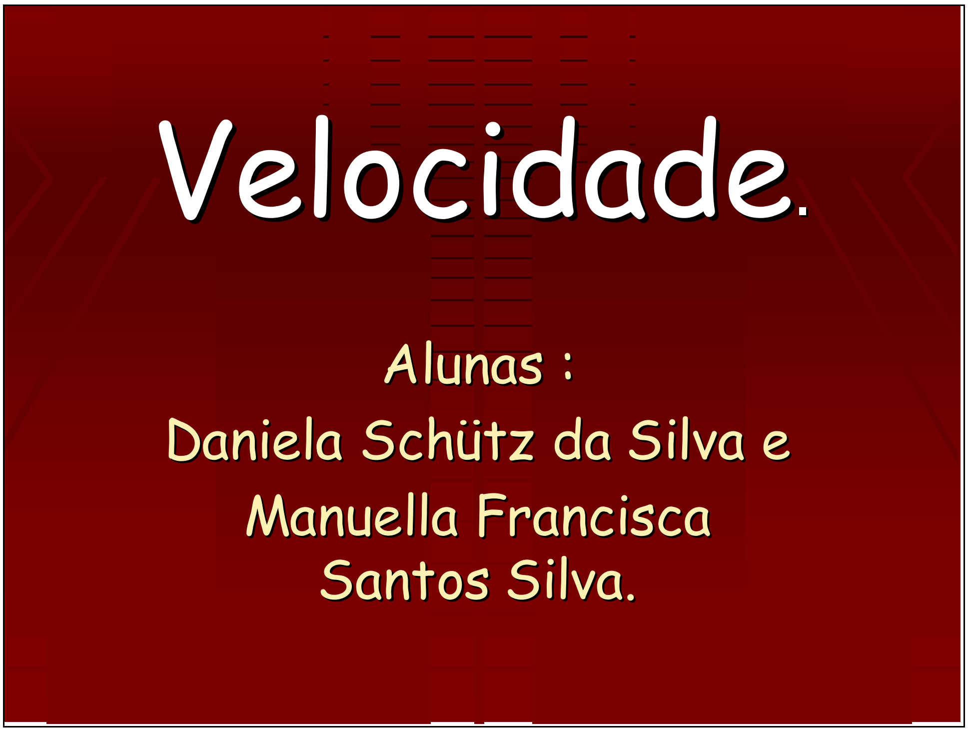

Outros Modelos de Relógio
de Pêndulo

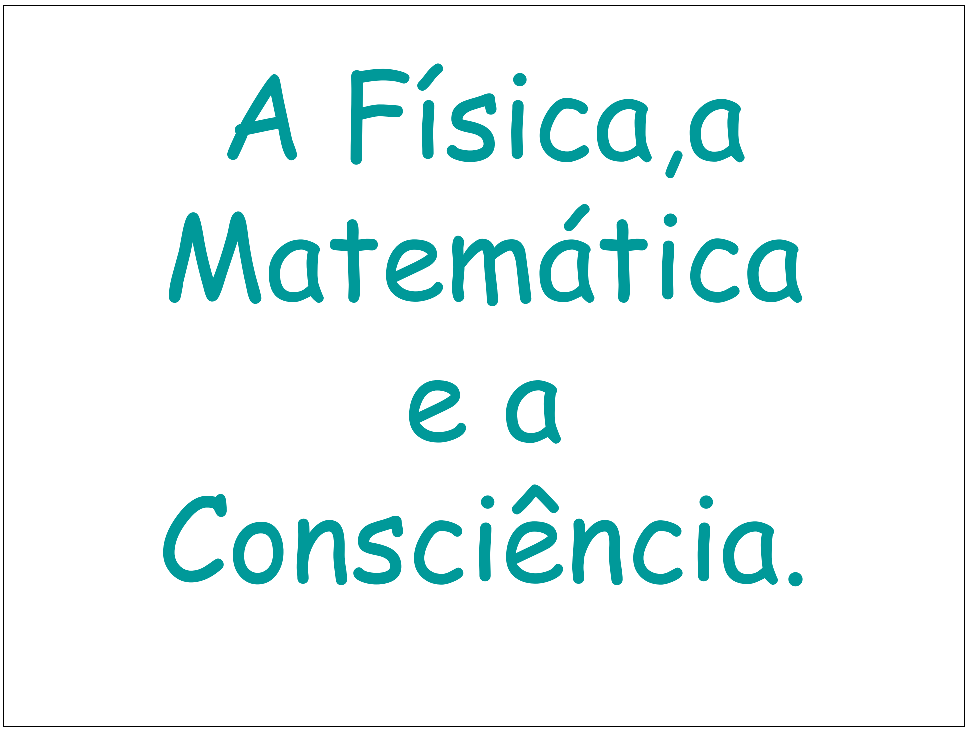
CONCLUSÃO

- Concluímos que através deste projeto aprendemos o quanto um relógio é importante em nosso cotidiano.Através de métodos matemáticos compreendemos a relação entre o tempo,o espaço e o movimento.

Apresentação na Feira de Ciências

ANEXO E VELOCIDADE





INTRODUÇÃO.

As ciências exatas podem ter suas leis, princípios e resultados experimentais expressos de forma matemática, através de tabelas, equações e gráficos.

Neste projeto queremos demonstrar como um fenômeno físico pode valer-se dessa linguagem matemática.

Faremos, no decorrer do trabalho, demonstrações práticas e teóricas desse conteúdo aparentemente complexo, mas quando bem analisado percebe-se o quanto é participativo em nosso cotidiano.

A Física...

M.U.V. -CONCEITO.

CHAMAMOS DE MOVIMENTO UNIFORMAMENTE VARIADO, O MOVIMENTO EM QUE A VELOCIDADE VARIA DE MODO UNIFORME AO LONGO DO TEMPO, ISTO É, AQUELE EM QUE OCORREM VARIAÇOES DE VELOCIDADE IGUAIS EM INTERVALOS DE TEMPO IGUAIS.

a

Matemática...

Atividades Propostas

Como funcionou o experimento :

Medimos em uma superfície plana as distâncias de 1.0, 1.5, 2.0 e 2.5 m.

Colocamos o carrinho para percorrer essas distâncias, medindo quanto tempo ele gasta percorrendo cada distância.

Fazendo o experimento:




Dados do Experimento:

Distância percorrida (metros).	***Tempo gasto (segundos).***
1.0	1,20
1.5	1,80
2.0	2,40
2.5	3,0

Modelo matemático:

$$y = 0{,}8333 \, . \, x$$

Conforme os dados obtidos, para a obtenção da velocidade média, substituímos os valores no modelo matemático.

$y = a \, . \, x$

$1{,}0 = a \, . \, 1{,}20$

$\frac{1{,}0}{1{,}20} = a$

$a = 0{,}8333...$

$y = a \, . \, x$

$1{,}5 = a \, . \, 1{,}80$

$\frac{1{,}5}{1{,}80} = a$

$a = 0{,}8333...$

$y = a \, . \, X$

$2{,}0 = a \, . \, 2{,}40$

$\frac{2{,}0}{2{,}40} = a$

$a = 0{,}8333...$

Onde:

$s = y$
$a = v$
$x = t$

ou seja :

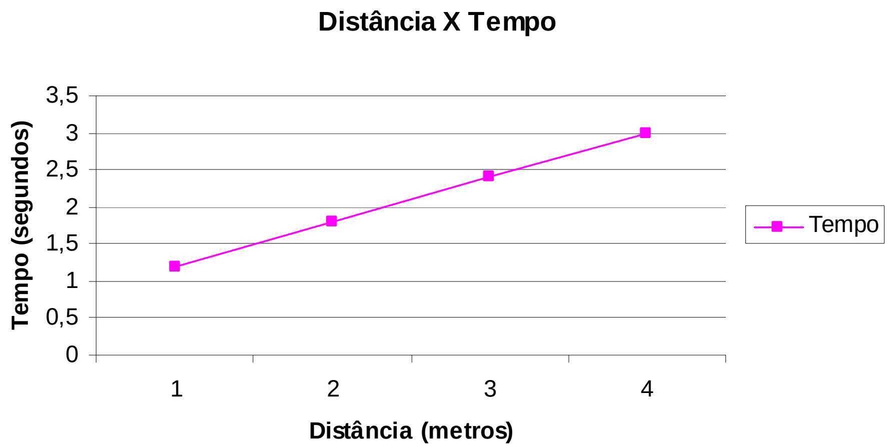
s _ distância
v _ velocidade
t _ tempo.

Substituindo outros dados, para validar o Modelo Matemático:

- Qual será o tempo gasto para a distância de 5 metros?

$$y = 0{,}8333 \,.\, x$$
$$5 = 0{,}8333 \,.\, x$$
$$5 \div 0{,}8333 = x$$
$$x = 6 \text{ segundos}$$

DADOS OBTIDOS NO EXCEL



Velocidade

As rodovias do Brasil têm limites de velocidade, isto é , não é permitido transitar por elas a velocidade superiores às indicadas.Nas rodovias em pista simples, a velocidade máxima, em geral, é entre 80 a 100 km/h, enquanto que nas rodovias em pista dupla a velocidade máxima pode chegar até 120 km/h. É comum também, a imposição de limites de velocidade reduzidos nos perímetros urbanos de municípios pelos quais passam as rodovias, medida esta que serve para proteger os pedestres.

...e a Consciência!!!

Conceito de Acidente de Trânsito

É todo acontecimento desastrado, casual ou não, tendo como conseqüências desagradáveis danos físicos e ou materiais, envolvendo veículos, pessoas e ou animais nas vias públicas.

Sinais de Trânsito

A sinalização através de placas é um subsistema de sinalização viária, que se utiliza dispositivos de controle de trânsito, onde o meio de comunicação (sinal) está na posição vertical, fixado ao lado ou suspenso sobre a pista, transmitindo mensagens de caráter permanente e, eventualmente variáveis, mediante símbolos e/ou legendas pré-reconhecidos e legalmente instituído.

Acidente de trânsito, o grande mal que pode ser evitado.

O número de acidentes de trânsito no Brasil é alarmante. Segundo as estatísticas, morre por ano vítima desse mal, mais pessoas do que morreram durante a guerra do Vietnã. **Na guerra do Vietnã morreram 40.000 americanos em 10 anos, no Brasil morreram em um só ano, 20.000 pessoas em acidentes. Atualmente morrem por ano 40.000 pessoas**. Mas, o que nos deixa numa situação bastante triste é que os acidentes de trânsito ocorrem, quase sempre, por falhas humanas e que acontecem, na sua maioria, nos finais de semana prolongado quando aumenta o número de motoristas inexperientes nas rodovias.

Desafios

O estado das rodovias no Brasil é alarmante, especialmente as rodovias federais.Os serviços de conservação são bastante lentos e as verbas geralmente não são suficientes para uma conservação adequada. Ao dirigir por estradas federais, é comum a prática de andar em ziguezague, pois o pavimento está em ruínas, muitas vezes se faz necessário transitar pela contra-mão e acostamentos para utilizar as partes do asfalto que ainda restam.

Veja que:

Como fatores contribuintes aos acidentes registrados, são apontados as seguintes causas: falta de atenção; velocidade incompatível; não manter distância de segurança entre os veículos; desobedecer à sinalização; as ultrapassagens mal realizadas; defeitos na via; dirigir com sono; dirigir alcoolizado.

UMA IMAGEM....

VALE MAIS...

QUE MIL PALAVRAS.


M-15311

CHOCANTE???

NADA!

ISSO É MAIS COMUM DO QUE PODEMOS IMAGINAR.

QUANDO DIRIGIR NÃO BEBA....
E QUANDO BEBER...
NÃO DIRIJA!
SEJA CONSCIENTE!

CONCLUSÃO

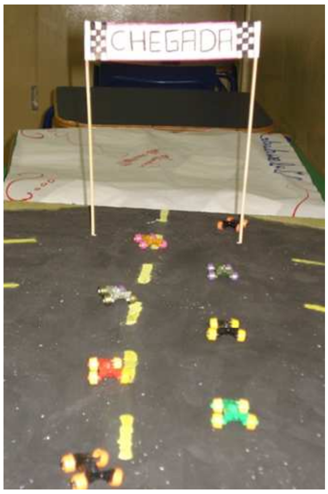
A realização deste trabalho foi muito válida, chega a ser complicado sintetizar em poucas palavras o quanto os variados aspectos dentro de um mesmo tema, foram absorvidos em forma e um aprendizado único.

No andamento do trabalho, tivemos a oportunidade de conviver literalmente com a prática e a teoria, o conteúdo e o experimento.

Também conseguimos desenvolver algumas idéias que ampliaram o foco do mesmo, criando algumas reflexões que só vieram a fortalecer a maneira mais objetiva que encontramos, para que todos conseguissem assimilar facilmente o conteúdo teórico.

Enfim, a velocidade é um assunto fascinante, que engloba inúmeras dimensões e que pode nos oferecer, além de conhecimento, satisfação por ter finalizado este projeto.

Apresentação na Feira de Ciências



ANEXO F MODELAGEM MATEMÁTICA X TRONCO DE UMA ARAUCÁRIA

Modelagem Matemática

Tronco de uma araucária

Alunas:

Fernanda Lima
Jeniffer da Silva
Mariane Fontana
Suellen Manffioletti

Introdução

Neste trabalho vamos relatar, parte da história da araucária (angustifolia), utilizando a Modelagem Matemática para demonstrar o Volume do Tronco de um Cone.

Maneira de explorar o tema :

- pesquisa bibliográfica (sites);
- visitas e entrevistas com madeireiros;
- medições do tronco de uma araucária.

Tópicos e procedimentos de matemática utilizados:

- geometria Euclidiana Plana e Espacial;
- propriedades das equações algébricas;
- demonstração de propriedades.

Araucária

Araucária (angustifolia) trata-se de uma árvore com copa de formato de cálice. Essa árvore já ocupou uma área equivalente a 200mil km^2 no Brasil, predominando em Santa catarina e no Rio Grande do Sul.

- Essa árvore atinge cerca de 50m de altura e seu tronco pode medir até 8,5 m de circunferência. A pinha contém cerca de 10 a 150 sementes, ou seja, os famosos pinhões.
- A araucária cresce em solo fértil e atinge bom desenvolvimento em 50 anos. É uma árvore que se pode dizer que tudo nela é aproveitável,desde a amêndoa no interior do pinhão até a resina que destilada fornece alcatrão, óleos diversos para variadas aplicações industriais.

- Por essa árvore ser totalmente aproveitável ela está em extinção, porque algumas pessoas e muitas madereiras cortam para fazer madeira já que seu tronco e o mais resistente.
- A mais ou menos 50 anos atrás a araucária era uma das árvores que mais predominava em nossas regiões, e hoje e a mais difícil de ser encontrada, porque atualmente existem 40.774 hectares que são protegidos legalmente em 17 unidades de conservação prevalecendo um total de 0,22% de sua área original.

Araucária + Matemática

COMO MEDIR OS DIÂMETROS DO TRONCO DE UMA ÁRVORE?

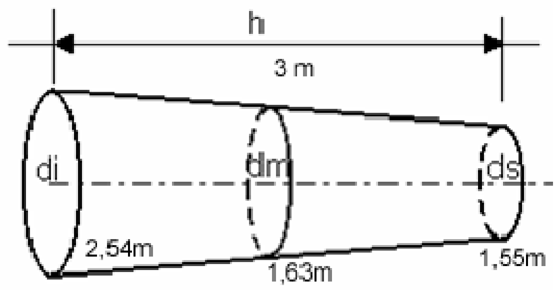
✓ **Métodos de medição**

- Medição da circunferência: $d = C/\pi$.
- $C= 2 \pi r$

MEDIDAS PARA O CÁLCULO DO VOLUME DO TRONCO DE UMA ÁRVORE

✓ Diâmetros inferior, médio e superior: *di, dm e ds (m)*

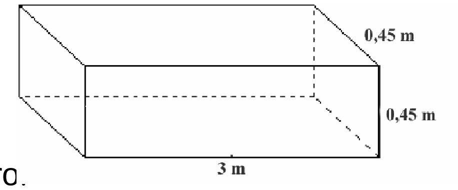
✓ Altura: *h (m)*



COMO CALCULAR O VOLUME DO TRONCO DE UMA ÁRVORE ?

✓ MODELO DO MADEIREIRO

- Transformação da tora em um paralelepípedo.
- Consideração das perdas num total de 25% o qual é descontado do valor do diâmetro médio da tora que passa a ser largura e altura do paralelepípedo.
- Diâmetro médio 0,61 m – 25% = 0,4575m.



Modelo do madeireiro.

$V = (D \cdot 0{,}75)^2 \cdot L$

$\mathbf{V=0{,}6279\ m^3}$.

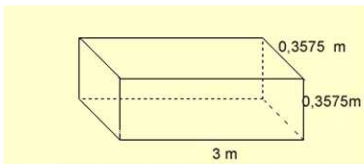
MODELO DO ENGENHEIRO FLORESTAL

✓ Nesse modelo, assim como no anterior, a tora é transformada em um paralelepípedo.

✓ Método: divisão da circunferência média em 4 partes que passarão a ser largura e altura da secção transversal quadrada da tora.

$V= (c / 4)^2 \ . L\ V$

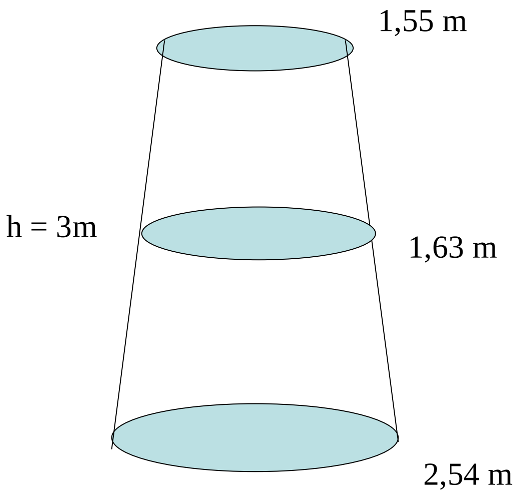
$\mathbf{V= 0{,}39m^3}$



Estudo dos Sólidos

Saída de Campo

Dados do Tronco que pesquisamos:



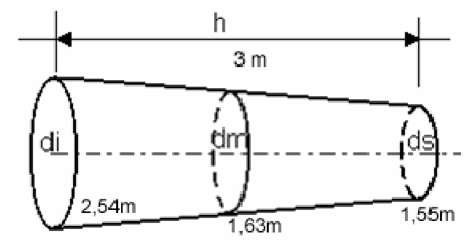
MODELO DO TRONCO DE CONE

- ✓ A tronco da árvore tem a forma de um tronco de cone.
- ✓ Através de semelhança de triângulos e da demonstração da fórmula chegamos ao seguinte resultado

Modelo do tronco de cone:

$$V = \frac{\pi \cdot h}{3}\left(R^2 + Rr + r^2\right)$$

V = 0,9852m³



CONCLUSÃO

A pesquisa sobre o estudo da araucária contribuiu para o nosso conhecimento, pois tivemos um maior contato com a espécie com a saída de campo. Assim, tivemos a oportunidade de conhecer sobre essa árvore em nossa pesquisa, bem como encontrar sua circunferência e o volume do tronco envolvendo a matemática de forma real.

ANEXO G LISTA COM ASSINATURAS DOS ALUNOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

ALUNO(A): PARTICIPANTES	ASSINATURA
BRUNO JOSUÉ SOUZA PICCO	Bruno Josué Souza Picco
CLEIVERTON O. VERTUOZO	Cleiverton Oliveira
DANIELA SCHÜTZ DA SILVA	Daniela Schütz da Silva.
DANILO JOSE DA SILVA	Danilo J. da Silva
DAVID MOTA MELO	DAVID MOTA MELO
FABIANO A. DO NASCIMENTO	Fabiano Alves do Nascimento
FELIPE DE LIMA ESMERIO	Felipe Esmério
FERNANDA LIMA	Fernanda Lima
FERNANDO MACIEL DA SILVA	desistente
FRANCIELLY P. FERREIRA	Francielly P. Ferreira
GILMAR DOS ANJOS	Gilmar dos Anjos
GUILHERME LOPES COUTO	Guilherme Lopes Couto
IGOR RIBAS	Igor Ribas.
JACKSON FERREIRA LUIZ	Jackson F. Luiz
JENNIFFER PEROSK DA SILVA	Jeniffer Perosk da Silva
JEOVANE PEREIRA	Jeovane Pereira
LEONARDO DANIEL DOS SANTOS	Leonardo Daniel dos S.
LUIS EDUARDO P. DE OLIVEIRA	Luis Eduardo P. de Oliveira.
MANUELLA F. SANTOS SILVA	Manuella Francisca S. Silva
MARIANE FONTANA	Mariane Fontana.
PATRESE DA SILVA	Patrese da silva
PATRICIA SANTOS SILVA	Patricia Santos silva
PAULO EDUARDO L. PETRELLA	[illegible]
PRISCILA RIBEIRO DA LUZ	Priscila Ribeiro da Luz
SAIMON DE OLIVEIRA MUNIZ	Saimon de O. Muniz
STEFANI ABREU SCHMULLER	Stefani Abreu Schmuller
SUELLEN DA L. MANFFIOLETTI	Suellen da L. Manffioletti

ASSINATURA DO PROFESSOR	APROVAÇÃO DA DIREÇÃO	DATA
[illegible]	[illegible]	Lages, 08/11/2007

Roseni Xavier Antunes
DIRETOR DE ESCOLA
PORT. P/387/SED/09.03.2007
E.E.B. Nossa Sra. do Rosário

Os alunos acima relacionados gentilmente [illegible]tão permissão para publicação de imagem no referido trabalho dissertativo.