

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO  
TESE DE DOUTORADO

O AMBIENTE E A MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO DO  
CÁLCULO NUMÉRICO

NILSON SERGIO PERES STAHL

ORIENTADOR: PROF. DR. JOÃO FREDERICO C. A. MEYER

Este exemplar corresponde à  
redação final da tese defendida  
por Nilson Sergio Peres Stahl e  
aprovada pela Comissão  
Julgadora.

Data:      / 01 / 2003

Assinatura: \_\_\_\_\_  
(orientador) *J. Meyer*  
Comissão \_\_\_\_\_ Julgadora:

*N. S. Peres Stahl*  
*Maria Angéla M.*

200328820

2003

UNICAMP

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL  
SEÇÃO CIRCULANTE

© by Nilson Sérgio Peres Stahl, 2003.

UNIDADE	Be
Nº CHAMADA	UNICAMP
	St14a
V	EX
TOMBO BC	55506
PROC.	16-124103
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	02/09/03
Nº CPD	

BIBID. 299009

CM00187284-0

**Catálogo na Publicação elaborada pela biblioteca  
da Faculdade de Educação/UNICAMP**

Bibliotecário: Gildeir Carolino Santos - CRB-8ª/5447

St14a	Stahl, Nilson Sérgio Peres. O ambiente e a modelagem matemática no ensino do cálculo numérico / Sérgio Peres Stahl. -- Campinas, SP: [s.n.], 2003.  Orientador : João Frederico da Costa Azevedo Meyer. Tese (doutorado) -- Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação.  1. Modelos matemáticos. 2. Educação ambiental. 3. Cálculos numéricos. 4. Matemática – Estudo e ensino. I. Meyer, João Frederico da Costa Azevedo. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. III. Título.
-------	--

03-40-BFE

**Aos**  
**Meus pais**  
**Nilson Peres Stahl (*in memoriam*)**  
**e**  
**Angelina Sergio Peres**  
**pele apoio e dedicação durante**  
**esta pesquisa,**  
**As Minhas filhas**  
**Thais Stahl e**  
**Angela Caroline Stahl**  
**Luzes a iluminar minha vida**

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. João Frederico da Costa Azevedo Meyer com quem aprendi a ensinar Matemática Superior, agradeço pela paciência, orientação, dedicação, amizade, companheirismo, colaboração e o seu apoio não só no decorrer desta pesquisa mas também nos diversos trabalhos realizados junto a meus alunos.

A meus professores de 1º, 2º, 3º graus, da pós-graduação dos programas de Mestrado e Doutorado da UNICAMP, cujo esforço e dedicação frutificaram neste trabalho de pesquisa.

A Profa. Dra. Maria do Carmo Domite, da FE-USP, pela orientação e preciosos comentários sobre este trabalho desde sua fase de projeto até sua redação final.

Ao departamento de Educação Matemática da FE-UNICAMP, pela concessão da bolsa de estudos nos dois últimos anos do programa, junto ao CAPES.

Ao Prof. Dr. Ruben Bresaola Junior, no acompanhamento das minhas primeiras linhas na redação do trabalho de pesquisa do programa de Mestrado da FEC-UNICAMP, ainda nos anos 90.

Aos alunos do 4º ano de Licenciatura em Matemática da Fundação de Ensino Octávio Bastos - FEOB, turma de 1996, como atores, amigos e grandes colaboradores deste trabalho de pesquisa.

Aos amigos Caio, Patrizia, Miro, Cantão, Dale, pelo incentivo, apoio e colaboração na execução deste projeto.

Ao Prof. Dr. Arlindo de Sousa Jr., da UFU-MG, pelas valorosas trocas de informação em Educação Matemática, ao longo da pesquisa e durante as "madrugadas" dos dias de realização dos CNMAC's ...

Aos docentes do Departamento de Educação Matemática da FE - UNICAMP, pela ajuda e incentivo.

Ao Prof. Carlos Henrique Ramalho, como quem lança uma semente em terreno fértil, acreditou no potencial de um de seus alunos do

curso colegial e o incentivou a realizar diversos projetos em Ciências junto ao IBECC, ainda nos anos 70.

A Profa. Vera Gomes Lourenço, da FEOB, pela revisão e comentários deste texto desde sua fase de projeto até a redação final.

Aos colegas do programa de Pós Graduação, pelo companheirismo.

A minha mãe Angelina Sergio Peres, por tudo.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para a execução desta pesquisa.

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>CAP. 1 - JUSTIFICATIVA E PROBLEMA.....</b>	<b>7</b>
1.1 - A Modelagem Matemática como um meio de aprendizagem e ensino do Cálculo Numérico.....	7
1.2 - Modelos matemáticos e fenômenos ambientais.....	11
1.3 - Problemas da Pesquisa .....	12
<b>Cap. 2 - A PESQUISA: UM PLANO EM PERSPECTIVA.....</b>	<b>13</b>
2.1 - Objetivos .....	13
2.2 - Delimitação do estudo.....	14
2.3 - Metodologia da Pesquisa .....	15
2.4 - Pesquisa quantitativa versus qualitativa.....	16

2.5 - Pesquisa-Ação .....	18
2.6 - Instrumentos de coleta de dados .....	19
2.6.1- Entrevistas.....	19
2.6.2 - Questionários.....	21
2.6.3 - Diário de Bordo.....	26
<b>CAP. 3 - EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....</b>	<b>31</b>
3.1 - Educação Ambiental e Sociedade.....	31
3.2 - Educação Ambiental como área de pesquisa e ensino.....	36
3.3 - Educação Ambiental e Educação Matemática: uma área de pesquisa e ensino.....	37
3.4 - Educação Ambiental .....	39
<b>CAP. 4 - MODELAGEM MATEMÁTICA E TECNOLOGIA INFORMÁTICA NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS: UM DESAFIO PARA A LICENCIATURA EM MATEMÁTICA .....</b>	<b>43</b>

4.1 - Modelagem Matemática como método de ensino e aprendizagem .....	43
4.2 - Aplicação de Projetos como procedimento de Aprendizagem/ensino .....	48
4.3 - Problematização na prática pedagógica.....	50
4.4 - Computadores e educação.....	51
4.5 - O computador na sala de aula.....	52
<b>CAP 5 - A PESQUISA: UMA PERSPECTIVA EM DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>55</b>
5.1 - Estruturação das aulas.....	55
5.2 - Análise das aulas pelos educandos.....	55
5.3 - Auto avaliação dos educandos.....	56
5.4 - Análise e discussão do curso.....	56
5.5 - Coleta de dados .....	56
5.6 - Planejamento das aulas.....	56
5.6.1 - Síntese de informação.....	58
5.6.2 - A prática de Simulação.....	58

5.6.2.1 - O Projeto nº 1 - Epidemia - Zero de Funções.....	59
5.6.2.1.1 - Objetivos e procedimentos.....	60
5.6.2.1.2 - Onde está a Matemática?.....	60
5.6.2.2 - O Projeto nº 2 - Baleias Austrais - Zero de Funções .....	61
5.6.2.2.1 - Objetivos e procedimentos.....	61
5.6.2.2.2 - Onde está a Matemática?.....	61
5.6.2.3 - O Projeto nº 3 - Adubação de Solo - Sistemas Lineares.....	63
5.6.2.4 - O Projeto nº 4 - Dieta Equilibrada - Sistemas Lineares.....	63
5.6.2.4.1 - Objetivos e procedimentos.....	64
5.6.2.4.2 - Onde está a Matemática?.....	64
5.6.2.5 - O Projeto nº 5 - Projeção Populacional - Ajuste de curva por Mínimos quadrados..	68
5.6.2.5.1 - Objetivos e procedimentos.....	69
5.6.2.5.2 - Onde está a Matemática?.....	69

5.6.2.6 - O Projeto nº 6 - Desinfecção de Esgotos - Ajuste de curva por Interpolação Polinomial.....	70
5.6.2.7 - O Projeto nº 7 - Tratamento de águas para Abastecimento Ajuste de curva por Interpolação polinomial.....	70
5.6.2.7.1 - Objetivos e procedimentos.....	71
5.6.2.7.2 - Onde está a Matemática?.....	72
5.6.3 - Considerações sobre a construção de saberes com relação aos projetos.....	74
<b>CAP 6 - UMA TENTATIVA DE ANÁLISE: RESULTADOS PRELIMINARES.....</b>	<b>77</b>
6.1- Metodologia da Análise.....	77
6.2 - Categorias de Análise.....	79
6.3 - Desafios e ajustes .....	90
<b>CAP 7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS: UMA CONCLUSÃO EM PROCESSO.....</b>	<b>97</b>
<b>CAP 8 - BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>99</b>

<b>ANEXO I - PROJETOS.....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXO II - QUESTIONÁRIOS.....</b>	<b>119</b>
<b>ANEXO III - PLANO DE CURSO DA DISCIPLINA DE CÁLCULO NUMÉRICO.....</b>	<b>127</b>
<b>ANEXO IV - RESPOSTAS DOS QUESTIONÁRIOS.....</b>	<b>133</b>

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Algumas características dos cursos de Licenciatura em Matemática das Faculdades de Filosofia, Noroeste Paulista e Sul de Minas Gerais - 1999. ....	5
TABELA 2. Características do Ensino da Disciplina de Cálculo Numérico das Faculdades de Filosofia do Noroeste Paulista e Sul de Minas Gerais - 1999. ....	5
TABELA 2.1 - Características dos Paradigmas Qualitativos e Quantitativos.....	17
TABELA 6.1 - Dados do exercício proposto.....	83
TABELA 6.2 - Dados obtidos por teste laboratorial referente a desinfecção de esgotos - Projeto 6.....	85

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1 - Esquema de uma modelagem.....	10
FIGURA 4.1- Diagrama do processo de Modelagem Matemática.....	45
FIGURA 4.2 - Esquema simplificado de modelagem.....	47
FIGURA 5.1 - Curva gerada pelo programa do projeto nº 1 representando o modelo da Epidemia. ....	60
FIGURA 5.2 - Curva gerada pelo polinômio de grau três que representa o modelo de sobrevivência de um rebanho de baleias da espécie austral - Projeto 2. ....	62
FIGURA 5.3 - Quantidades dos adubos tipo I,II,III e IV que satisfazem o problema.....	67
FIGURA 5.4 - Quantidade em gramas de cada tipo de alimento que deve ser ingerido para uma dieta equilibrada.....	68
FIGURA 5.5 - Gráfico de dispersão - Projeção Demográfica pelo método dos Mínimos Quadrados - Projeto 5.....	70
FIGURA 5.6 - Gráfico de dispersão gerado pelos pontos apresentados no projeto de nº 7.....	74

FIGURA 6.1 - Curva gerada por um grupo de alunos para  $f(x) = x^2$  ..... 81

FIGURA 6.2 - Diagrama de dispersão gerado pela tabela 6.1..... 84

## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

CNMAC - Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional

FEOB - Fundação de Ensino Octávio Bastos

FIG. - Figura

IBECC - Instituto Brasileiro de Educação Ciência e Cultura

ml - mililitros

mg/l - miligramas por litro

MM - modelos matemáticos

NCAR - National Center for Atmospheric Research

ONU - Organização das Nações Unidas

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PUCRS - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

LabCAS - Laboratório de Computação Algébrica e Simbólica

UICN - União Internacional para a Conservação da Natureza

WWF - Fundo Mundial para a Natureza

SBMAC - Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional

SBEM - Sociedade Brasileira de Educação Matemática

SBM - Sociedade Brasileira de Matemática

TAB - Tabela

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

## RESUMO

Este trabalho de pesquisa trata da utilização da Modelagem Matemática Aplicada a fenômenos Ambientais como meio de transformação de atitudes docentes e discentes no processo aprendizagem/ensino da disciplina de Cálculo Numérico.

A pesquisa se desenvolveu numa instituição privada em que os alunos do quarto ano do curso de licenciatura em Matemática, em 1999, participaram como atores do processo. Foram aplicados 7 projetos enfocando o meio ambiente privilegiando o estudo dos tópicos referentes à disciplina de Cálculo Numérico. Utilizou-se microcomputadores e aplicativo específico como ferramental de apoio durante o processo de pesquisa que se desenvolveu num ambiente de pesquisa-ação. Os dados foram coletados por meio de observação e questionários, sendo avaliados de acordo com os objetivos e questões que nortearam a pesquisa.

## SUMMARY

This research work is about the use of Applied Mathematical Modelling to Environmental phenomena as a means of transformation of educational attitudes in the learning teaching process of the discipline of Numeric Calculus.

The work was developed in a private institution with the students of the fourth year of the course for a degree in Mathematics, in 1999, they participated as agents in the process. They received 7 projects focusing the environment emphasizing the study of topics of Numerical Calculus. Microcomputers and specific software applications were used as support during the research processes which were developed in a research-action environment. Data was collected by means of observation and questionnaires which were evaluated in agreement with the objectives and themes that guided the research.

## APRESENTAÇÃO

Relato aqui parte de minha trajetória como professor de Matemática, entre outras funções. Desde 1978, venho lecionando Ciências e Matemática para o 1º e 2º graus na rede estadual de ensino. Nos últimos sete anos, tenho ministrado aulas de Cálculo Numérico e Cálculo diferencial e Integral, entre outras disciplinas afins, na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de São João da Boa Vista, e em outras instituições. Neste último período, tenho estado atento às dificuldades dos educandos na aprendizagem de algumas disciplinas, mais especificamente, as de Cálculo Numérico e Cálculo Diferencial e Integral I e II. Naturalmente, tais dificuldades podem decorrer de inúmeras ações pedagógicas. No entanto, em nosso ponto de vista, uma das possíveis causas pode decorrer da aula expositiva, em que os conteúdos são passados para os alunos de modo a focar essencialmente o rigor Matemático e pouca ou nenhuma aplicação de ordem prática dos conceitos, quando de sua apresentação. Esta tendência, segundo PORTO (1987), traduz o pensamento da escola tradicional, caracterizado por valorizar o ensino universalista, sem se preocupar, contudo, com o dia-a-dia do aluno, onde a função do professor é dominar o conhecimento, selecioná-lo e ministrá-lo, de forma lógica e progressiva, num clima de ordem, obediência e de forma acabada e inquestionável.

Neste contexto, acreditamos que uma postura muito mais progressista - partindo do pressuposto de que a educação é parte da própria

experiência humana - de um ensino centrado no interesse do educando ou do grupo, desenvolvido a partir da necessidade de sua adaptação ao meio e da possibilidade de desenvolver as relações interpessoais, seja uma proposta pedagógica mais favorável. Nesta perspectiva, os alunos não trabalham mais sozinhos, mas em grupo, em processo de cooperação, onde as atividades não são programadas, mas se desenvolvem conforme o interesse despertado, reproduzindo muitas vezes as condições reais de existência desses mesmos alunos. Segundo D'AMBROSIO (1997), o caráter experimental da Matemática vem sendo removido do ensino e isso pode ser reconhecido como um dos fatores que mais contribuíram para o mau rendimento escolar. O autor ainda destaca o aspecto inovador dos professores do curso de Ciências Naturais, sobretudo os de Biologia, levando o aluno a *fazer*, quando da adoção de um projeto. Em menor escala, estão os professores de Química e Física. Os mais resistentes têm sido os profissionais do ensino de Matemática. Assim, nossa proposta é de construir, juntamente com os alunos, um curso de Cálculo Numérico por meio de aplicações práticas e reais, tendo como base a modelagem Matemática voltada para os fenômenos do ambiente. Neste sentido, acreditamos que, com a experimentação dos conceitos de Matemática, desenvolvida através de elementos palpáveis e aplicados a problemas que envolvem sua comunidade e seu cotidiano, os estudantes apresentem uma melhora significativa em seu desempenho acadêmico. Esta expectativa está pautada no uso de uma nova estratégia de ensino, por parte do professor, que estará mudando continuamente sua própria conduta pedagógica, frente à disciplina que leciona e também a seus alunos, uma vez que ele, professor, estará também experimentando uma transformação. Simultaneamente, a conduta do professor visa criar condições para que o aluno se assuma como sujeito do processo de aprendizagem, agente de modificação na comunidade e ator no cenário da escola.

Diante de nossa experiência nos magistérios público e particular, por vários anos, nossa preocupação com atitudes e situações que envolvem os educandos e professores na sala de aula, tem sido muito grande. Neste momento, atuando como professor num curso para formação de professores de Matemática,

onde o rendimento escolar é especialmente baixo em algumas disciplinas, investigar novas estratégias que permitam a mudança deste quadro, nos parece importante. Esta transformação, não somente em Educação Matemática, mas na área educacional como um todo, através do aprimoramento da ação pedagógica do professor e, com isso, ensinar ao aluno uma melhor aprendizagem, nos parece fundamental. Buscaremos esse objetivo, entre outros, por meio da elaboração de um novo estudo teórico e específico, sobre a prática pedagógica do professor.

PALIS (1995) *apud* SOUZA JR. (2000), afirma que em 1984, com a ajuda de alguns alunos de Iniciação Científica, desenvolveu um trabalho pedagógico na PUC-RIO no sentido de procurar complementar o Curso de Cálculo III com algumas atividades de visualização de gráficos de funções de duas variáveis utilizando-se o Pacote Gráfico do NCAR (National Center for Atmospheric Research). Ela afirmou que *“não ficou nenhum registro dessa ação, como de muitas outras que já devem ter sido realizadas por professores universitários no País”*.

Segundo a autora o primeiro trabalho mais sistematizado que realizou sobre a introdução de tecnologia computacional em cursos básicos de Matemática foi iniciado no ano de 1988 no curso introdutório de equações diferenciais ordinárias.

Já nas instituições privadas, as iniciativas nesse sentido se mostram tímidas, pelos mais variados motivos.

## ➤ A instituição e os educandos.

Este trabalho de pesquisa se desenvolveu por meio do acompanhamento de uma classe de 18 alunos, que cursou em 1999, o 4º Ano do curso de habilitação em Matemática da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de São João da Boa Vista, mantida pela FEOB - Fundação de Ensino Octávio Bastos. A Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de São João da Boa Vista é umas das únicas Faculdades da região com habilitação em Matemática. Deste modo, são atendidos alunos provenientes de, pelo menos, dez cidades circunvizinhas e que apresentam um perfil típico. São alunos que freqüentaram cursos noturnos do 2º grau da rede estadual, trabalham durante o dia e freqüentam o curso superior no período noturno. Eles chegam ao curso universitário com sérias deficiências de conteúdos curriculares e após quatro anos de jornada, são formados e absorvidos essencialmente e, em sua maioria, pela rede estadual de ensino público. Daí nossa preocupação com a formação desses futuros professores que irão lecionar, invariavelmente, para centenas ou até mesmo milhares de alunos da rede pública que compõem a região de abrangência desta Faculdade. Outro aspecto que vale a pena lembrar, é o fato de que as universidades públicas, de número inferior em relação às particulares, formam anualmente um número muito menor de alunos, comparativamente. Poderíamos arriscar, de maneira grosseira, que, enquanto as primeiras formam anualmente algumas dezenas de professores, as segundas formam algumas centenas, senão milhares, considerando-se somente o Estado de São Paulo. Em 1999 apresentamos no XXII CNMAC - Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional seção de ensino, uma pesquisa que mostrava a quantidade de alunos formados em cinco cursos <sup>1</sup> de licenciatura em Matemática, na região de São João da Boa Vista e a utilização do computador e *softwares* específicos no ensino de Cálculo Numérico. As TAB. 1 e TAB. 2, entre outros aspectos, registram esses dados. Na TAB. 1 qualificamos como “característica de ensino” o

---

<sup>1</sup> Por questões éticas denominamos os cinco cursos de licenciatura pelas cidades onde se encontram, ou seja, A, B, C, D e E, respectivamente.

modo pelo qual os conteúdos são apresentados, ou seja, tradicional (aula expositiva), ou aplicativo com enfoques específicos.

TABELA 1. Algumas características dos cursos de Licenciatura em Matemática das Faculdades de Filosofia, Noroeste Paulista e Sul de Minas Gerais - 1999.

<b>Cidades</b>	<b>Cálculo Numérico</b>	<b>Titulação do Professor</b>	<b>Total de Alunos</b>	<b>Duração</b>
A	A partir de 1998	Doutorando	80	4 anos
B	A partir de 1999	Especialista	126	3 anos
C	Não	-	216	7 sem.
D	Não	-	145	3 anos
E	A partir de 1972	Doutorando	10	4 anos

TABELA 2. Características do Ensino da Disciplina de Cálculo Numérico das Faculdades de Filosofia do Noroeste Paulista e Sul de Minas Gerais - 1999.

<b>Faculdades</b>	<b>Disciplina Cálculo Num.</b>	<b>Titulação do Professor</b>	<b>Característica do Ensino</b>	<b>Apoio computacional</b>	<b>Software utilizado</b>
A	Sim, implantação em 1998	Doutorando	Aplicações de MM, enfocando Ciências Amb.	Sim	Matlab
B	Sim, implantação em 1999	Especialização	Tradicional	Não	Não
C	Não	-	-	-	-
D	Não	-	-	-	-
E	Sim	?	?	?	?

Desta forma, acreditamos no investimento de um trabalho de pesquisa no âmbito da escola privada onde, com todas as suas eventuais deficiências, como currículo mínimo, cursos noturnos, professores sem titulação, entre outras, ainda são responsáveis pela formação da grande maioria de professores que vai atuar no ensino público.

Por tudo que foi explicitado até agora, acreditamos que um projeto de pesquisa sobre O Ambiente e a Modelagem Matemática no Ensino do Cálculo Numérico, seja uma atitude científica significativa, e com um vasto campo de atuação a curto, médio e longo prazos.

## **CAPÍTULO 1**

### **JUSTIFICATIVA E PROBLEMA**

#### **1.1 - A Modelagem Matemática como um meio de aprendizagem e ensino do Cálculo Numérico.**

De modo a encaminhar uma justificativa para nossa investigação, discutirei porque a Modelagem Matemática pode ser um método/caminho para levar a aprendizagem assim como modos e atitudes que favorecem tal escolha.

Disciplinas de cálculo têm se mostrado, de uma maneira geral, como as mais desafiadoras por parte dos alunos, se considerarmos os altos índices de repetência e evasão escolar. Fatores decorrentes, entre outros, da aversão em “decorar” técnicas de resolução ou formulários que, no enfoque tradicional tem tornado, muitas vezes, o Cálculo, Geometria Analítica e Cálculo Numérico tão temidos.

Deste modo, acreditamos que novas estratégias de ensino devem ser investigadas, desenvolvidas e adotadas, com o objetivo de transformar a ação pedagógica do docente, de modo a obter um enriquecimento dos processos pedagógicos da aula e, por consequência, a melhora do rendimento acadêmico dos estudantes.

Vários trabalhos e propostas para a reformulação de procedimentos de ensino da Matemática vêm sendo apresentados por diversos pesquisadores, ao longo do tempo. Trabalhos como os de BARRETO (1977), SILVA (1979), COSTA (1985), D'AMBROSIO (1997), MULLER (1986), BASSANEZI e FERREIRA (1988), BURGHESE (1991) e CALDEIRA (1998), entre outros, destacam a utilização da *modelagem e modelos Matemáticos* como estratégias de ensino.

Segundo BASSANEZI e FERREIRA (1988), a modelagem Matemática busca, a partir de um problema não Matemático, sua solução através de um modelo dentro de uma teoria matemática conhecida que facilite sua obtenção. Os autores lembram que os métodos existentes em dada teoria podem não ser suficientes para a resolução do problema e não convergir para os resultados desejados. Neste caso, recomendam os autores, volta-se ao problema inicial, simplificando-o sem, contudo, descaracterizá-lo, mas tornando-o matematicamente tratável. A modelagem Matemática, de acordo com os autores, em suas diversas fases, é mostrada na FIG. 1.1. De acordo com esta definição, os autores identificam diversas etapas, a saber:

1) **Experimentação.** Obtenção de dados experimentais ou empíricos que ajudam na compreensão do problema, na modificação do modelo e na decisão de sua validade. É um processo essencialmente laboratorial e/ou estatístico, além de incluir atividades elementares, como “medir e fazer contas”.

2) **Abstração.** Processo de seleção das variáveis essenciais e formulação, em linguagem “natural”, do problema ou situação real.

3) **Resolução.** O modelo matemático é montado quando se substitui a linguagem natural por uma linguagem do universo matemático. O estudo do modelo depende de sua complexidade e pode incluir processos numéricos. Quando os argumentos conhecidos não são suficientes, novos métodos podem ser necessários, ou então o modelo deve ser simplificado.

4) **Validação.** Comparação entre a solução obtida via resolução do modelo Matemático e os dados reais. É um processo de decisão de aceitação ou não do modelo inicial. O grau de aproximação desejado será o fator preponderante na decisão.

5) **Modificação.** Caso o grau de aproximação entre os dados reais e a solução do modelo não seja aceito, deve-se modificar as variáveis ou a lei de formação e com isso o próprio modelo original é modificado e o processo se inicia novamente.

6) **Aplicação.** A modelagem eficiente permite fazer previsões, tomar decisões, explicar e entender; enfim, participar do mundo real com capacidade de influenciar em suas mudanças.

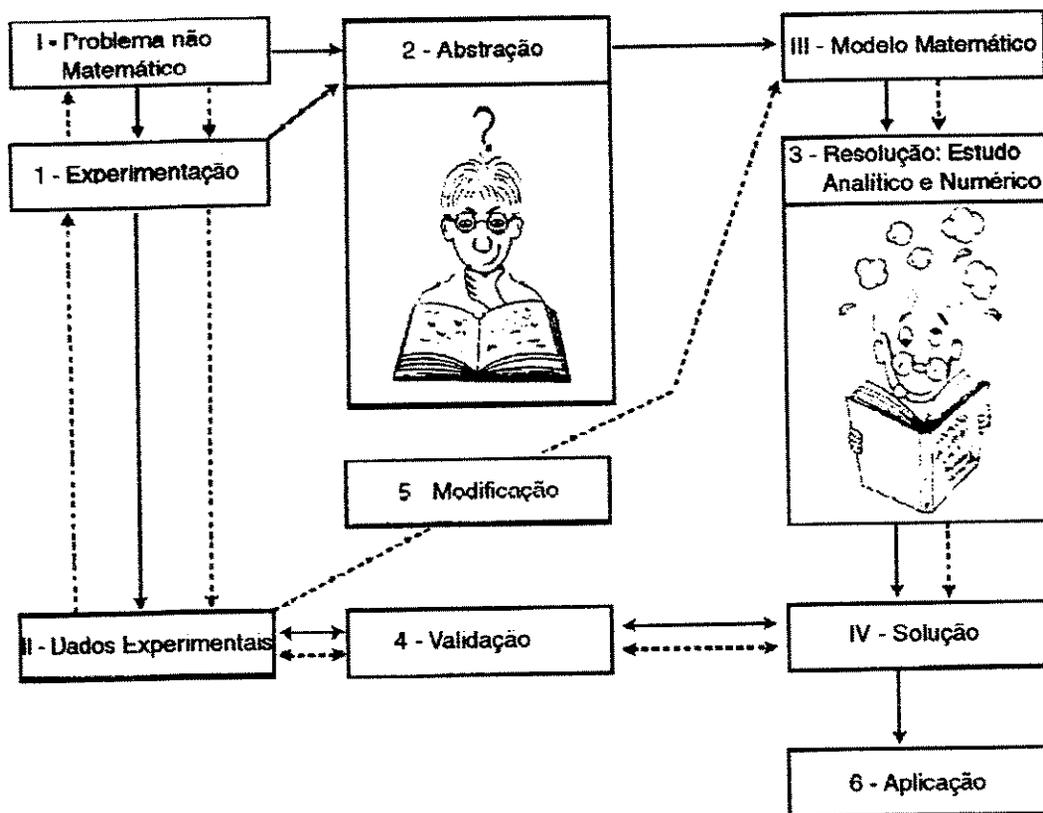


FIGURA 1.1 - Esquema de uma modelagem: As setas contínuas indicam a primeira aproximação. A busca de um modelo matemático que melhor descreva o problema estudado torna o processo dinâmico, indicado pelas setas pontilhadas.  
 FONTE: BASSANEZI e FERREIRA (1988).

O *modelo*, segundo D'AMBROSIO (1986), seria o ponto de ligação entre as informações captadas pelo indivíduo e sua ação sobre sua realidade. O modelo situa-se no nível do indivíduo e é criado por ele como um instrumento de auxílio para a compreensão da realidade. O processo de modelagem, ou seja, o caminho de criação do modelo, ainda segundo este autor, é o processo mediante o qual se definem as estratégias de ação do sujeito sobre a realidade. A importância do modelo matemático, segundo BASSANEZZI (2002), consiste em se ter uma linguagem concisa que explore nossas idéias de maneira clara e sem ambigüidades, além de proporcionar um arsenal enorme de resultados (teoremas) que propiciam o uso de métodos computacionais para calcular suas soluções numéricas. Os modelos matemáticos, ainda segundo o autor, podem ser

formulados de acordo com a natureza dos fenômenos ou situações analisadas e classificadas conforme o tipo de matemática utilizada, como veremos mais a frente.

## **1.2 - Modelos Matemáticos e fenômenos ambientais**

O surgimento e ascensão da espécie humana provocou a degradação ambiental do planeta, especialmente a partir da revolução industrial. Talvez essa característica de explorar, consumir e degradar seja inerente a raça humana e portanto, algum dia, estejamos fadados a determinar nossa própria extinção. Entretanto a melhor forma de iniciarmos qualquer mudança, de modo a reverter o quadro nefasto que nos aguarda, acreditamos que seja pela Educação, e, nos dias de hoje, pela muito discutida e difundida, Educação Ambiental.

A Educação Ambiental, segundo ZOCHE (1995), assim como a Ecologia, atualmente, apesar de extremamente veiculada pela mídia, muito pouco é executada. Poucos se dão conta de que o ambiente primário do homem não é o Planeta Terra nem a biosfera, o meio ambiente primário de cada um é a casa onde vive, a rua onde mora, a cidade onde reside. Questões como qualidade da água, saneamento básico, poluição do ar e solo, alimentação saudável, segurança e qualidade de vida, como um todo, estão íntima e complexamente interrelacionadas com seu ambiente primário. Mas o que seria executar Educação Ambiental ou mesmo Ecologia? São questões que serão abordadas mais a frente.

Nesse contexto, este trabalho de pesquisa também tentará despertar nos estudantes, não só a importância do exercício da Educação Ambiental nas atividades de seu cotidiano, mas também orientá-los de modo a contribuir para uma conscientização, enquanto noção de cidadania, sobre a interação do homem e o Ambiente. Diante deste mister, acreditamos na viabilidade de se utilizar a aplicação dos fenômenos ambientais na modelagem e modelos em Matemática.

Embora não seja objeto de investigação deste trabalho, temos que destacar a importância da discussão dessa prática pedagógica, e com este enfoque específico, uma vez que deverá influenciar, positivamente, a informação e formação de professores de Matemática. Estes profissionais de educação poderão utilizar, junto a seus alunos, a modelação e a modelagem em Matemática enfocando os fenômenos ambientais, enquanto estratégia pedagógica, no desenvolvimento de suas atividades discentes.

### **1.3 - Problema da pesquisa.**

A partir de uma tentativa em justificar nossa investigação, parece pertinente encaminhar/anunciar nossas questões de pesquisa, tais como:

É possível reconhecer que a inclusão da problemática ambiental, nas atividades de aprendizagem/ensino da disciplina Cálculo Numérico, pode modificar a relação dos educandos com a disciplina?

É possível reconhecer que a introdução de modelação dos fenômenos ambientais em cursos de Cálculo Numérico pode transformar atitudes docentes?

## **CAPITULO 2**

### **A PESQUISA: UM PLANO EM PERSPECTIVA**

#### **2.1 - Objetivos.**

O objetivo deste trabalho de pesquisa é constatar se o uso de modelos e modelagem matemática, aplicados ao Ambiente, poderá motivar mudanças de atitude dos alunos envolvidos no processo ensino/aprendizagem.

Como resultado deste trabalho de pesquisa, tentaremos responder a duas questões básicas:

1) A inclusão da problemática ambiental nas atividades de ensino/aprendizagem da disciplina de Cálculo Numérico, podem modificar o aproveitamento/envolvimento das relações com estas disciplinas?

2) A introdução da modelação dos fenômenos ambientais no curso de Cálculo Numérico pode transformar atitudes docentes ?

## 2.2 - Delimitação do estudo.

Pelo que foi exposto até agora, interessa-nos pesquisar a aplicação de um novo caminho/método pedagógico, que tenha por objetivo principal a mudança de atitude pedagógica do professor, frente à sua disciplina e, principalmente, frente aos seus alunos. Para tanto, tentaremos, neste projeto, levar o professor a se conhecer e, principalmente, a reformular sua postura enquanto agente transformador de atitudes, levando os alunos a se envolverem com o aprendizado efetivo do Cálculo. Nosso suporte para atingir essas metas será a análise do uso da modelagem Matemática, aplicada aos fenômenos do ambiente na ação docente.

O ponto de partida deve constituir-se numa pesquisa bibliográfica, abrangendo tópicos básicos, em torno dos temas:

- Ensino das disciplinas de Cálculo Numérico em Nível Superior
- Interdisciplinaridade na Formação do Professor de Matemática
- A Modelagem no Ensino de Matemática
- A importância do ambiente como elemento de aplicação do aprendizado do Cálculo.

O trabalho estará baseado na apresentação de um trabalho de ensino que privilegia a Matemática aplicada. Assim, através de sua utilização, poderemos relacionar a Matemática com os fenômenos que envolvem atividades antrópicas no ambiente e, se possível, ligados à vida do aluno, da escola e nas suas respectivas comunidades. Esta estratégia está baseada no uso de modelos matemáticos.

### **2.3 - Metodologia da Pesquisa**

Ao tratar os aspectos metodológicos da pesquisa inicialmente teceremos questões sobre a abordagem qualitativa de pesquisa, e posteriormente, apontaremos a pesquisa-ação como metodologia de pesquisa utilizada.

BOGDAN e BIKLEN (1994) apontam algumas características da pesquisa qualitativa. Entre elas:

- a) "Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural constituindo o investigador o instrumento principal";
- b) "A investigação qualitativa é descritiva";
- c) "Os investigadores interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos" ;
- d) "Os investigadores qualitativos tendam a analisar os seus dados de forma indutiva" e;
- e) "O significado é de importância vital na abordagem qualitativa".

A abordagem qualitativa de um problema, segundo RICHARDSON (1942), além de ser uma opção do investigador, justifica-se, sobretudo, por ser uma forma adequada para entender a natureza de um fenômeno social. Tanto assim é que existem problemas que podem ser investigados através de uma metodologia quantitativa, e há outros que exigem diferentes enfoques e, conseqüentemente, uma metodologia de conotação qualitativa. Ainda segundo o autor, o aspecto qualitativo de uma investigação pode estar presente até mesmo nas informações colhidas por estudos essencialmente quantitativos, não obstante perdem seu caráter qualitativo quando são transformadas em dados quantificáveis, na tentativa de se assegurar a exatidão no plano dos resultados.

## **2.4 - Pesquisa quantitativa versus qualitativa.**

Existe muita discussão sobre a aplicação e utilização da metodologia qualitativa e quantitativa numa pesquisa. Segundo RICHARD e COOK (1985), o método quantitativo leva em conta técnicas aleatórias de experimentos, testes objetivos, análises estatísticas, entre outras. Em contraste, ainda segundo os autores, métodos qualitativos incluem etnografia, estudo de casos, e observação participativa.

Os métodos qualitativos permitem ao pesquisador, segundo PATTON (1990), estudar questões em detalhes e profundidade. Por outro lado, ainda segundo o autor, os métodos quantitativos requerem o uso de medidas padronizadas de modo que as perspectivas de variação e experiência das pessoas podem se adequar dentro de um número limitado de categorias predeterminadas que respondem àquelas as quais são designadas. A vantagem do enfoque quantitativo está na possibilidade da medida das reações de um grupo grande de pessoas limitadas a um pequeno conjunto de questões, facilitando assim a comparação estatística dos dados. Em contrapartida, o método qualitativo produz uma abundância de informações detalhadas sobre um número menor de pessoas e casos. Isso aumenta o entendimento desses casos e situações estudados mas reduz a generabilidade. A TAB.2.1 registra as características dos Paradigmas Qualitativos e Quantitativos. Ainda segundo o autor, a validade da pesquisa qualitativa depende do cuidado da construção instrumental de modo que os instrumentos de medida sejam aqueles próprios para sua medida. No trabalho qualitativo o pesquisador é o instrumento. A validade no método qualitativo, portanto, depende do alcance da habilidade, competência e rigor do pesquisador na execução do trabalho de campo.

TABELA 2.1 - Características dos Paradigmas Qualitativos e Quantitativos.

Paradigma Qualitativos	Paradigma Quantitativos
Fenomenologismo; Entendimento do comportamento humano pela estrutura do próprio autor.	Positivismo Lógico; procura os fatos ou causas do fenômeno social com pouca atenção ao estado subjetivo dos indivíduos.
Observação natural e não controlada.	Observação intrometida e controlada.
Subjetiva.	Objetiva.
Próximo aos dados; "dentro" da perspectiva.	Longe dos dados; "fora" da perspectiva.
Fundada, descoberta orientada, expansionista, descritiva e indutiva.	Infundada, verificação orientada, confirmatória, inferencial, e hipotética dedutiva.
Processo orientado.	Resultado orientado.
Validade; dados "reais", "ricos" e "profundos".	Seguro; dados "sérios" e reproduzíveis.
Não generalizados; simples estudo de casos.	Generalizados; estudo de casos múltiplos.
Holístico.	Particularizado.
Assume uma realidade dinâmica.	Assume uma realidade estável.

FONTE: Adaptado de COOK e REICHARDT (1985).

Escolhemos a análise qualitativa como meio de análise desta pesquisa por entendermos que suas características, enquanto abordagem, envolvem a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes, como veremos mais a frente.

## 2.5 - Pesquisa-Ação.

Vários pesquisadores têm trabalhado com a metodologia de pesquisa, do tipo Pesquisa Ação, dentre eles BABIER (1935); THIOLENT (1998). Monteiro (1993), ALVES-MAZZOTI (1998). Optamos pela abordagem discutida por ANDRÉ(1998) e por BALDINO e CARRERA DE SOUZA (1993). Atualmente há um aumento da aproximação da pesquisa qualitativa na escola. Como argumenta MOISES (1997), ... *"reconhece-se a importância de se analisar o que se passa em sala de aula, especialmente na situação de ensino aprendizagem, usando a metodologia de cunho mais qualitativo."*

Preferimos a pesquisa-ação, pois acreditamos que a melhoria do ensino somente poderá ser efetivada a partir da ação do professor.

Segundo BALDINO e CARRERA DE SOUSA ( 1993),

*(...) " para mudar a sala de aula, é por ela que temos de começar e, para que as mudanças não sejam aleatórias e se auto destruam , é preciso que a ação de mudança do real ocorra junto com a reflexão teórica que a propõe , orienta e analisa. O professor-pesquisador é o agente que se encarrega de conduzir o ensino, colher e analisar dados. Ele toma sua própria prática como objeto de pesquisa. A reflexão não é um momento de isolamento e introspecção mas, sim, de interrogação e discussão com um grupo de professores pesquisadores. A fórmula é, pois, ação-reflexão-ação com periodicidade semanal, não reflexão-ação-reflexão com periodicidade anual ou periodicidade de uma dissertação acadêmica. Essa é a metodologia da Pesquisa-Ação".*

Acreditamos que essa mudança leva o professor a uma autocrítica, e a uma discussão com o grupo possibilitando o aperfeiçoamento profissional. André (1995) exemplifica que na Pesquisa-ação é o professor que decide fazer uma mudança na sua prática docente e a acompanha com um processo de

pesquisa, ou seja, com um planejamento de intervenção, coleta de dados, análise fundamentada na literatura pertinente e relato dos resultados.

## **2.6 - Instrumentos de coletas de dados.**

Embora já tenha havido algumas tentativas para especificar o processo de coleta e análise de dados durante a observação participante, não existe um método que possa ser recomendado como o melhor ou o mais efetivo, segundo STUBB & DELAMONT (1976) *apud* LUDKE & ANDRE (1986), a natureza dos problemas é que determina o método, isto é, a escolha do método se faz em função do tipo de problema estudado.

### **2.6.1 - Entrevistas.**

A crítica à utilização de relatos verbais em pesquisas tem sido freqüente. Crítica esta pautada no fato de que nunca se sabe, realmente, se o sujeito está ou não a dizer a "verdade", está ou não a relatar os fatos tal como ocorrem ou ocorreram. Indagações desse tipo trazem discussões difíceis.

Uma dessas discussões, segundo GALTUNG (1967) *apud* KIDDER et al (1987), se refere às relações entre os dados verbais e não-verbais. Apresenta o argumento de que "os dados verbais devem ser considerados importantes em si mesmos e não somente por causa da sua relação com o comportamento não verbal", pois tanto o primeiro quanto o segundo podem não expressar a realidade. Portanto, as "conexões" entre eles não são, necessariamente um teste de validade dos dados coletados. Devemos ressaltar, contudo, que diariamente aceitamos inúmeros relatos verbais como válidos.

Estando imersos no contexto da pesquisa qualitativa, o "coletar dados predominantemente descritivos" é uma premissa a nossa investigação. Segundo GARNICA (2000), "o termo 'predominantemente' que acompanha o 'descritivo'; nos permitirá uma leitura mais ampla, a saber que se aceitem, numa investigação qualitativa, dados cuja natureza sejam 'próximas' à descrição como o são os relatos, os comentários, os depoimentos, os testemunhos".

*só haverá Ciência Humana se se visar a maneira pela qual as pessoas, ou os grupos delas, representam as palavras para si mesmas, utilizando suas formas de significados; como elas compõem discursos reais; como revelam ou ocultam neles o que estão pensando ou dizendo, talvez porque o que dizem seja desconhecido para elas mesmas; como revelam mais ou menos o que desejam. Mas, de qualquer maneira, as pessoas ou o grupo de pessoas deixam um conjunto de traços verbais daqueles pensamentos que devem ser decifrados [e restituídos], tanto quanto possível na sua vivacidade representativa .. Á Os conceitos sobre os quais as Ciências Humanas se fundamentam, em um plano de pesquisa qualitativa, são, [portanto], elaborados pelas descrições. ( MARTINS & BICUDO 1989).*

Ainda, segundo GARNICA (2000), não podemos valorar as descrições, elas não são verdadeiras ou falsas. Elas implicam ao menos um falante e um ouvinte e só têm sentido (enquanto descrição) "se provém de alguém que fala sobre algo que é desconhecido do ouvinte. A posição de quem descreve é, sob esse aspecto, 'melhor' do que a de quem ouve".

MORGAN (1988) apud BOGDAN & BIKLEN (1994) diz que "uma entrevista consiste numa conversa intencional, geralmente entre duas pessoas, embora por vezes possa envolver mais pessoas", dirigida por uma das pessoas, com o objetivo de obter informações sobre a outra. Logo, poderíamos dizer que toda entrevista é dirigida, seja a uma pessoa, um grupo, ou uma platéia.

Segundo os mesmos autores, a entrevista pode ser a estratégia dominante ou não em uma investigação. Sendo dominante ou não, a entrevista tem como característica principal a coleta de dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, o que nos permite ter uma visão de como eles interpretam aspectos do mundo. Por isso, a vemos como um veículo legítimo, pois através dela mostra-se o que o sujeito pensa e acredita sobre a questão, ou questões, que colocamos. Há, também, em uma entrevista, a questão do ambiente em que esta é realizada. Além do entrevistado ter que se sentir à vontade para falar tudo o que pensa, não deve se sentir intimidado por gestos ou comentários do entrevistador. Portanto, é necessário que o pesquisador venha o mais livre quanto possível de pressupostos e de preconceitos a fim de ouvir, atentamente, tudo o que é exposto pelo sujeito.

### **2.6.2 - Questionários.**

De modo análogo às entrevistas, existem muitas críticas em relação à utilização de questionários, principalmente em estudos de natureza qualitativa. Nós, aqui, defendemos a tese de que esse instrumento é tão válido quanto qualquer outro que o pesquisador venha a escolher, desde que adequadamente ajustado. A principal vantagem, segundo KIDDER et al (1987), da utilização do questionário é que são menos dispendiosos para se aplicar, uma vez que são, na maioria das vezes, enviados pelo correio ou fornecidos a um grande número de informantes simultaneamente. E, ainda, ele evita viéses potenciais do entrevistador, uma vez que não se está face a face com o entrevistado; os entrevistados se sentem mais seguros e, por isso, sentem-se mais à vontade para expressarem o que sentem e pensam.

Questionar e obter respostas é uma tarefa mais difícil do que possa parecer. Segundo FONTANA e FREY *in* DENZIN e LINCOLN (1994), a palavra escrita ou falada pode apresentar sempre um resíduo de ambigüidade, não

importando quão cuidadosamente as questões possam ser montadas. Ainda assim, a entrevista é uma das mais comuns e mais poderosa forma de tentar entender o comportamento humano, apresentando diversas formas e multiplicidade de usos, podendo ser usada para medir ou entender uma perspectiva individual ou de grupo. Ainda segundo os autores, as entrevistas podem ser implementadas na forma estruturada, semi estruturada e não estruturada. A estruturada é aquela que pergunta a cada entrevistado uma série de questões pré estabelecidas com um conjunto limitado de categorias de respostas, assim todos os entrevistados recebem as mesmas questões e respondem na mesma ordem ou seqüência. A entrevista não estruturada apresenta uma abrangência maior em relação a outros tipos dado a sua natureza qualitativa. Segundo os autores, a entrevista não estruturada, dentro do contexto das relações humanas, tem o desejo de entender ao invés de explicar. Segundo RICHARDSON (1942), os questionários cumprem pelo menos duas funções: descrever as características e medir as variáveis individuais ou grupais. Podem incluir perguntas unidirecionais como: "Qual é a sua opinião sobre os partidos políticos brasileiros?", ou perguntas múltiplas: vários itens estreitamente ligados a problemática estudada, como fenômenos atitudinais como alienação, religiosidade, autoritarismo, etc. O autor considera o questionário como sendo uma forma particular da entrevista e os classifica como:

- a) questionários de perguntas fechadas;
- b) questionários de perguntas abertas; e
- c) questionários que combinam perguntas abertas e fechadas.

➤ **Questionários de perguntas fechadas.**

Os questionários são aqueles instrumentos em que as perguntas ou afirmações apresentam categorias ou alternativas de respostas fixas e preestabelecidas. O entrevistado deve responder a alternativa que mais se ajusta

às suas características, idéias, ou sentimentos. Ainda segundo RICHARDSON (1942), existem diversos tipos de perguntas fechadas, a saber:

- Perguntas com alternativas dicotômicas. Exemplos:

Sim - Não

Verdadeiro - Falso

Certo - Errado

- Perguntas com respostas múltiplas.

- Aquelas que permitem marcar uma ou mais alternativas.

Exemplos:

Em que turno você assiste à aula na Universidade?

1. ( ) de manhã

2. ( ) de tarde

3. ( ) de noite

- Aquelas que apresentam alternativas hierarquisadas. Exemplo:

Com que freqüência você usa a Biblioteca Central da  
Universidade?

1. ( ) Nunca

2. ( ) Ocasionalmente

3. ( ) Frequentemente

Na elaboração de perguntas fechadas, devem ser considerados dois aspectos importantes:

As alternativas de resposta devem ser exaustivas, isto é, devem incluir todas as possibilidades que se podem esperar.

As alternativas devem ser excludentes. O entrevistado não deve duvidar entre duas ou mais alternativas que podem ter o mesmo significado.

Ainda segundo o autor, a utilização de um questionário com perguntas fechadas depende de diversos aspectos. Primeiro, supõe-se que os entrevistados conheçam a temática tratada no questionário. Segundo, supõe-se que o entrevistador conheça suficientemente bem o grupo a ser entrevistado, de modo que possa antecipar o tipo de respostas a serem dadas.

➤ **Questionários de perguntas abertas.**

Os questionários de perguntas abertas caracterizam-se por perguntas ou afirmações que levam o entrevistado a responder com frases ou orações.

O pesquisador não está interessado em antecipar as respostas, deseja uma maior elaboração das opiniões do entrevistado.

Por exemplo:

2. Qual é a sua ocupação principal.....  
Você gosta das telenovelas? Por favor, justifique.....

3. De acordo com seu ponto de vista, como deveria ser o relacionamento entre professor e aluno, no 2º grau.....

➤ **Questionários que combinam perguntas abertas e fechadas.**

Freqüentemente, segundo RICHARDSON (1942), os pesquisadores elaboram os questionários com ambos os tipos de perguntas. As perguntas fechadas, por exemplo destinadas a obter informação sociodemográfica do entrevistado (sexo, escolaridade, idade etc.) e respostas de identificação de opiniões (sim - não, conheço não conheço etc.), e as perguntas abertas, destinadas a aprofundar as opiniões do entrevistador. Por exemplo: Por que não gosta? Por que gostaria de conhecer? etc.

Geralmente, o pesquisador, visando não fechar totalmente uma pergunta, inclui entre suas alternativas uma categoria *outros*, aberta, por exemplo:

- Que programa de televisão o Sr.(Sra.) prefere?

( ) Noticiários

( ) Esportivos

( ) Telenovelas

( ) Policiais

( ) Humorísticos

( ) Outros: .....

*Outros* permite que o entrevistado tenha mais liberdade de resposta, cumpre um papel importante no pré-teste ou na aplicação prévia do questionário. Contribui a determinar, reformular e esclarecer as alternativas das perguntas fechadas.

### ➤ **Vantagens na utilização de questionários.**

Apresentamos a seguir, segundo RICHARDSON (1942), algumas vantagens na utilização de questionários:

1. O questionário permite obter informações de um grande número de pessoas simultaneamente ou em um tempo relativamente curto.
2. Permite abranger uma área geográfica ampla, sem ter necessidade de um treinamento demorado do pessoal que aplica o questionário.
3. Apresenta relativa uniformidade de uma medição a outra, pelo fato de que o vocabulário, a ordem das perguntas e as instruções são iguais para todos os entrevistados.
4. No caso do questionário anônimo (que não inclui o nome do entrevistado), as pessoas podem sentir-se com maior liberdade para expressar suas opiniões.
5. O fato de ter tempo suficiente para responder o questionário pode proporcionar respostas mais refletidas que as obtidas em uma primeira aproximação com o tema pesquisado.
6. A tabulação de dados pode ser feita com maior facilidade e rapidez que outros instrumentos (por exemplo, a entrevista).

### **2.6.3 - Diário de Bordo.**

Para a realização deste trabalho de pesquisa contamos também com a observação e anotação dos momentos mais importantes do curso, segundo nossa ótica. As observações, assim como seu registro, constituíram-se num instrumento significativo na coleta de dados ou situações que se mostraram importantes ao longo do curso.

### ➤ **A observação.**

A observação, segundo RICHARDSON (1985), sob algum aspecto, é imprescindível em qualquer processo de pesquisa científica, pois ela tanto pode conjugar-se a outras técnicas de coleta de dados como pode ser empregada de forma independente e/ou exclusiva. Para estudar o comportamento de alunos em sala de aula, ou a atitude do professor no desempenho de suas atividades docentes, ou ainda o relacionamento professor/aluno, o pesquisador pode optar exclusivamente pela observação como fonte de dados para seu trabalho. Ele poderá também optar pelo uso de: observação e entrevista; observação e questionário, apenas para citar as técnicas mais difundidas na pesquisa educacional. Genericamente, segundo esse autor, a observação é a base de toda investigação no campo social, podendo ser utilizada em trabalho científico de qualquer nível, desde os mais simples estágios até os mais avançados. Em linguagem comum, além de outros sentidos, observação é o exame minucioso ou a mirada atenta sobre um fenômeno no seu todo ou em algumas de suas partes; é a captação precisa do objeto examinado. Em ciência, a observação vai além disso, incorpora novos elementos ao sentido comum da palavra e apresenta uma dimensão mais ampla e complexa. Ainda segundo o autor, na observação participante, o observador não é apenas um espectador do fato que está sendo estudado, ele se coloca na posição e ao nível dos outros elementos humanos que compõem o fenômeno a ser observado. Se o pesquisador está empenhado em estudar as aspirações, interesses ou rotina de trabalho de um grupo de operários, na forma de observação participante, ele terá de se inserir nesse grupo de operários como se fosse um deles. Este tipo de observação é recomendado especialmente para estudos de grupos e comunidades. O observador participante tem mais condições de compreender os hábitos, atitudes, interesses, relações pessoais e características da vida diária da comunidade do que o observador não-participante.

➤ **Características da observação.**

A observação, segundo RICHARDSON (1985), apresenta diversas características importantes durante uma pesquisa:

1 - A possibilidade de obter a informação no momento em que ocorre o fato. Esse aspecto é importante porque possibilita verificar detalhes da situação que, passado algum tempo, poderiam ser esquecidos pelos elementos que observaram ou vivenciaram o acontecimento.

2 - A simultaneidade da ocorrência espontânea, ou seja, a presença do observador ao acontecimento, independendo assim da observação de outrem.

3 - É o meio mais direto de estudar uma ampla variedade de fenômenos. A riqueza da observação faz com que os antropólogos a elejam como recurso especial de trabalho contínuo, não é apenas a Antropologia que desfruta das vantagens do uso constante da observação, mas também outras disciplinas científicas. Em qualquer estudo experimental, de laboratório ou não, faz-se necessário utilizá-la. A pesquisa educacional pode explorá-la através de diferentes programas de observação, como listas de verificação, avaliações, diários de comportamento, resumos periódicos, registros fotográficos, observações de amostras de tempo, além de outros.

4 - Há aspectos do comportamento humano que não poderiam ser estudados satisfatoriamente de outra forma. Isso ocorre mais especificamente com crianças de pouca idade, quando ainda não sabem expressar seus sentimentos através da palavra, e com pessoas portadoras de subnormalidade profunda.

5 - Comparada a outros métodos de coleta de dados, a observação é o que menos exige do sujeito objeto de estudo. Esse aspecto é importante porque o

trabalho dependerá mais do pesquisador, deixando o observado como elemento passivo e sem despende qualquer esforço além do desempenho natural de sua atividade. Para efeito comparativo, nesse aspecto tome-se a entrevista e a observação. Na primeira, enquanto o sujeito que fornecerá os dados terá de transmiti-los através da expressão oral e/ou escrita e, portanto, são necessários processos de reflexão, retrospecção e seleção de informes, na segunda, nada disso será despendido pelo observado, que terá de se comportar naturalmente, ficando todo o trabalho a cargo do observador.

## **Capítulo 3**

### **EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

A busca de uma melhor compreensão do entendimento das questões ambientais requer uma aproximação de várias ciências. Segundo CALDEIRA (1998), a Matemática abrange no seu interior não somente o aspecto quantitativo, que é parte fundamental para se compreender algum fenômeno de questões ambientais, mas, tão importante quanto a anterior o aspecto qualitativo. Isso significa dizer que, quantificando problemas ambientais, teremos uma visão mais clara do fenômeno que está ocorrendo no ambiente, criando assim a oportunidade para poder atuar no sentido de modificar em alguns aspectos a qualidade do ambiente estudado.

#### **3.1 - Educação Ambiental e Sociedade**

Sociedade e natureza, de fato, interagem afetando-se mutuamente, porém, ambas vitalmente importantes; crescem ou desaparecem juntas. Os seres humanos não são vítimas, nem senhores da natureza, mas guardiões de algo que não deve ser explorado irracionalmente, nem parece poder permanecer totalmente intocado. Compreender isso é necessário para promover as ações, invenções e organizações sociais que respeitem viabilidade, estabilidade e produtividade, tanto da sociedade humana como dos sistemas naturais nas

milhares de interações. Desde o primeiro momento em que os seres humanos começaram a interagir com o mundo ao seu redor e a ensinarem seus filhos a fazerem o mesmo, estava havendo educação e educação ambiental. Os povos nativos, por exemplo, desenvolveram uma percepção sofisticada dos sistemas naturais que os rodeavam e um profundo respeito por eles, passando esse conhecimento e esse respeito de geração em geração. Com o passar do tempo, porém, mudaram as razões subjacentes e os modos de fazer isso. Inicialmente, a relação com o meio ambiente estava ligada tão visceralmente à questão da sobrevivência que nenhuma outra razão era mais necessária. Tratava-se de uma relação que dizia respeito de como viver num mundo cuja natureza era externa e mais poderosa do que os homens, que os afetava mais do que era afetada por eles. Todos precisavam saber quais frutos serviam para comer, onde encontrar água durante a seca, como evitar onças, que plantas serviam como bons materiais de construção, como se fazia um bom fogo ou um bom remédio. O conhecimento ambiental era também necessário para a proteção contra os ataques da natureza e para o aproveitamento das suas riquezas. Porém, a interação entre os homens e o ambiente ultrapassou a questão da simples sobrevivência. A natureza mostrou-se também fonte de alegria, beleza, identidade e status pessoal, de inspiração para a música, arte, religião e significado, enfim, valores internos e, perenes pelos quais se quer lutar. Com a urbanização e evolução da civilização humana, a percepção do ambiente mudou drasticamente.. O crescente conhecimento científico revelou cada vez mais maravilhas - o código genético contido nas moléculas do DNA no núcleo da célula, a interdependência equilibrada de toda as espécies numa floresta tropical, a expansão do universo e a aparente singularidade, fragilidade e isolamento do nosso planeta, tão bem estruturado e capaz de produzir a vida. A admiração também foi transmitida a cada nova geração. A educação formal institucionalizou-se através das escolas. Que configurando-se como educação ambiental, passou a figurar em muitos tópicos de programas e em muitas disciplinas, mas firmou suas bases especialmente nas ciências. Havia uma esperança não expressa de que todas as ciências, quando se interligassem, iriam compor um quadro completo de como o planeta funciona e de como os seres humanos podem interagir com ele de

maneira proveitosa. A carta de Belgrado, escrita em 1975 por vinte especialistas em educação ambiental de todo o mundo, declara que a meta da educação ambiental é:

Desenvolver um cidadão consciente do ambiente total, preocupado com os problemas associados a esse ambiente e que tenha o conhecimento, as atitudes, motivações, envolvimento e habilidades para trabalhar individual e coletivamente em busca de soluções para resolver os problemas atuais e prevenir os futuros. Esse objetivo já é em si um motivo suficiente para qualquer nação promover a educação ambiental. Qual o país que não precisa de um cidadão como esse? Mas existem ainda outras boas razões, em muitos níveis, para que um país promova seriamente a Educação Ambiental a saber:

- aprender, partindo dos exemplos de outros, a evitar seus erros e imitar seus sucessos;
- prever e evitar desastres ambientais, especialmente aqueles irreversíveis;
- fazer render ao máximo os recursos naturais com que o país foi dotado: administrar esses dons de modo eficiente, produtivo e sustentável;
- ser capaz de implementar políticas como o reflorestamento, a reciclagem ou o planejamento familiar, que requerem a cooperação de todas as pessoas;
- economizar dinheiro, evitando os danos ambientais no lugar de ter de repará-los posteriormente;
- desenvolver a opinião pública no sentido de evitar o pânico e o exagero, porém respeitando a verdadeira urgência das questões;
- permitir que as pessoas se tornem cidadãos informados e produtivos do mundo moderno;
- assegurar um ambiente enriquecedor que dê segurança e alegria às pessoas, ao qual elas se sintam econômica, emocional e espiritualmente conectadas.

O que seria executar Ecologia?, segundo BERNÁ (1990), é preciso perceber que a população, por mais carente que seja, possui consciência

ecológica, só que essa percepção é bastante romântica, associando-se mais à proteção das plantas e dos animais e menos à qualidade de vida da espécie humana, como se não fizessemos parte da natureza. Para a maioria, lutar pelo fim das valas de esgotos a céu aberto, más condições de trabalho nas fábricas etc. não é fazer luta ecológica. Infelizmente os programas de tevê sobre questões ambientais têm contribuído muito pouco para desmistificar a ecologia. Se por um lado ajudam a divulgar e a promover a conscientização sobre o problema, por outro contribuem para a desmobilização da sociedade.

De acordo com o autor, existe uma tendência nas sociedades modernas pela separação dos assuntos uns dos outros, sob pretexto de poder estudá-los melhor. Esse é um método de análise científica que, se por um lado produz profundos conhecimentos sobre particularidades da realidade, por outro perde a visão do conjunto. Aconteceu assim com a Saúde, Educação, Transporte, Emprego etc. como se fosse questões isoladas umas das outras. As administrações públicas e as organizações não-governamentais acabaram transpondo para a organização social essa mesma fórmula, criando-se departamentos e compartimentos estanques – e por vezes incomunicáveis – para tratar dos diversos temas da sociedade humana. A ecologia é um tema novíssimo, com pouco menos de duas décadas de publicidade e, ainda hoje, as organizações humanas governamentais ou não-governamentais lidam com o tema sem saberem direito como conduzi-lo. O resultado é que a ecologia e os ecologistas foram pegos também pela tendência de nossa sociedade a compartimentalização, e tem trazido seqüelas indesejáveis para as questões ecológicas. Foi um verdadeiro desastre, devido o seu caráter ser mais geral que particular. Em outras palavras, o sistema apropriou-se da questão transformando a ecologia num tema técnico, quando na verdade é muito mais ético e político, penetrando em todos os outros assuntos humanos. Um dos resultados disso é a neutralização dos esforços dos ecologistas sempre que tentam penetrar em outras áreas que não a ambiental, como se fossem intrometidos em busca de ampliação de espaços de atuação política. Então, quando algum ecologista fala sobre fauna e flora, é imediatamente aceito, mas quando discute os aspectos antiecológicos da Saúde,

Educação, Moradia etc. é logo criticado, como se estes assuntos não estivessem interligados. Logo não é apenas a população que percebe mal as questões ecológicas. As organizações governamentais e não-governamentais, incluindo-se aí os partidos políticos, também. Para a população especialmente a mais carente, as questões ecológicas aparecem embutidas nos temas associados à qualidade de vida. Por exemplo, as diversas poluições, o lixo tóxico, os agrotóxicos são temas ligados à saúde, os desmatamentos e os reflorestamentos ligados à saúde e também à segurança civil, e por extensão, à moradia, as teses da descentralização econômica, de pólos industriais, de empresas poluidoras são ligada a emprego e a salário; erosão, destruição de recursos naturais, ocupação de leitos de rios e de encostas, também associados à moradia, as ciclovias, os transportes de massa em vez de coletivos, o gás natural em vez de diesel, associados ao transporte mais confortável e barato, e assim por diante. E tem mais um elemento importante que os ecologistas devem levar em consideração antes de falarem dos outros seres vivos do planeta, como as plantas e os animais. Ainda segundo o autor, o ser humano deve ser a medida de todas as coisas, pois é a única espécie em condições de alterar profundamente seu meio ambiente. Entretanto, antes de se propor uma relação mais harmônica e menos predatória de nossa espécie com as outras, que consideramos inferiores, é preciso engajar a ecologia nas lutas contra a exposição de um indivíduo contra o outro em nossa própria espécie, ou continuaremos contribuindo para romantizar as relações ser humano-planeta Terra, e tornar as questões ecológicas cada vez mais supérfluas, elitistas e secundárias.

### 3.2 - Educação Ambiental como área de pesquisa e ensino.

No que se refere ao ensino, segundo CALDEIRA (1998), a Matemática pode oferecer métodos, sistemas, procedimentos e ferramentas para compreender as questões relacionadas ao meio ambiente. Fazer apenas isto deixa a Matemática muito aquém daquilo que ela deve ser, mas aprender Matemática, usando como "pano de fundo" as questões ambientais, faz muito mais do que fornecer ao educando instrumentos e ferramentas para compreensão do fenômeno. Aprender e usar a Matemática deve fazer com que o aluno perceba, entre outras coisas, seu verdadeiro papel como cidadão e transformador social. Nesse sentido, precisamos aprender a encarar a Matemática de uma forma mais significativa, onde a interação com outras ciências traga uma melhor compreensão de cada uma delas, e ao mesmo tempo, a complementaridade de todas traga uma compreensão global. Assim, a Matemática transcende a idéia de uma ciência isolada, para uma idéia mais abrangente relacionando questões mais amplas e refletindo sobre diversas situações, fornecendo uma visão mais crítica e muito mais fortemente elaborada sobre a sobrevivência do nosso meio - e da nossa. Ainda segundo o autor, uma questão fundamental consiste em desenvolver atitudes docentes capazes de criar este ambiente pedagógico. Práticas neste sentido, para poderem ser adotadas em sala de aulas irão, em geral, exigir cuidadosa preparação de professores. Recentemente vemos os problemas matemáticos adequadamente introduzidos a partir de fatos biológicos, extraídos da literatura científica contemporânea no setores da Biologia, da Medicina e da Farmácia, in. BASTCHELET, 1978. In: BASSANEZI, 1992, são apresentados resumos de teses e dissertações, além de comunicações científicas, fruto do resultado do grupo do IMECC-UNICAMP que vem trabalhando na área genérica denominada de BIOMATEMÁTICA. Muitos outros trabalhos envolvendo esta linha de pesquisa podem ser encontrados. A título de exemplo, remetemos o leitor a Begossi & Richerson, 1992, ou Petreire, 1991. entretanto, temos visto poucos trabalhos no campo da Educação envolvendo a Matemática - Educação Matemática - em que possam ser discutidas questões de ordem educacional no

que se refere á parte prática e teórica da Educação Ambiental. Um dos poucos projetos nesse sentido é o do Núcleo de Ensino de Rio Claro, UNESP, trabalhando no projeto "A Temática Ambiental e o Processo Educativo", envolvendo alguns sub-projetos, dentre eles o de Matemática.

### **3.3 - Educação Ambiental e Educação Matemática: uma área de pesquisa e ensino.**

Em recentes estudos, segundo CARRERA (2001), organismos ligados á ONU (Organização das Nações Unidas) e dedicados á questão ambiental - como por exemplo: PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), UICN (União Internacional para a Conservação da Natureza) e WWF (Fundo Mundial para a Natureza), apontam alguns caminhos para a sociedade no sentido de como a educação poderá contribuir para modificar a situação atual do planeta. Estes organismos sugerem que os caminhos que levam até uma sociedade mais justa e menos devastadora passam, objetivamente, pela questão educacional. Ainda segundo o autor, se na Educação matemática a questão ambiental for enfocada, obteremos modelos discursivos interpretativos da rede de fenômenos da realidade concreta, de ordem interdisciplinar, pois, dada a complexidade das questões ambientais, é consenso que nenhuma área do conhecimento teria por si só condições, tanto teóricas como metodológicas, de dar um encaminhamento mais efetivo ás questões de natureza diversa que são colocadas pela mesma.

A situação ambiental, ainda segundo o autor, tem originado preocupações de ordem científica e, ao mesmo tempo, políticas. Os meios de comunicação de massa divulgam cotidianamente questões de caráter ambiental, fornecendo dados e estimativas. Propostas científicas para solucionar esses problemas são divulgadas pela mídia, utilizando-se de instrumentos matemáticos como, por exemplo, porcentagens, estatísticas e gráficos. Entretanto, verifica-se que a escola não incorporou, nos seus procedimentos pedagógicos, a utilização

do instrumental matemático como possibilidade para o tratamento da questão ambiental. Neste ponto, o autor sugere diversas questões relacionadas com estes conteúdos e estratégias para seu tratamento em sala de aula com o objetivo de levar ao desenvolvimento de propostas que integrem à Educação Matemática as atividades oriundas da Temática Ambiental. Ainda segundo CARRERA (2001), perceberemos a importância que este fato tem para a Educação Matemática. Podemos, por exemplo, nas salas de aula elaborar análises matemáticas de alguns indicadores, como: serviços de saúde pública, expectativa de vida, incidência de doenças, fornecimento de água potável, condições de povoamento, disponibilidade de alimentos, níveis de poluição e degradação ambiental, níveis de emprego e educação. Estes estudos, nas aulas de Matemática, além de auxiliarem no aperfeiçoamento dos sistemas de estatísticas sociais, forneceriam aos alunos a possibilidade de discutir as questões ambientais utilizando-se de conhecimentos matemáticos.

Estudos deste tipo permitem analisar e discutir questões, como:

- Condições sociais fundamentais que possibilitem uma vida longa e saudável;
- condições educacionais para que cada pessoa explore o seu potencial intelectual e se torne capaz de contribuir para a sociedade;
- Condições para uma sociedade sustentável com acesso aos recursos necessários para um padrão de vida digno em bases sustentáveis;

O autor propõe, com estas questões, o fundamento no compreender a realidade para poder pensar sobre ela, analisá-la. Como proposta e como desafio sugere aos educadores matemáticos que reflitam na importância, da discussão e resolução, nos programas de Matemática dos variados graus de ensino.

### **3.4 - Educação Ambiental.**

No limiar do século XXI as questões sobre o meio ambiente se apresentam como um dos problemas urgentes a serem resolvidos nos novos tempos que se aproximam, a fim de que a vida do homem na face da terra seja preservada saudável, digna e produtiva.

A leitura destas questões realizada hoje pela perspectiva da Ciência, segundo PENTEADO (1994), revela e destaca o aspecto das avarias e danificações físico-químicas sobre a natureza por interferências inadvertidas ou impensadas do ser humano. Campanhas publicitárias versando sobre limpezas de praias, uso de defensivos agrícolas biodegradáveis, entre outras, quando consideradas pelo mundo da cultura, traduzem-se em apelos ou alertas à transformação de comportamentos cotidianos do cidadão comum, o qual passa nesta versão como o agente poluidor e destruidor. Tudo se passa, ainda segundo a autora, como se uma população esclarecida sobre as transformações físico-químicas a que a natureza está sujeita fosse sensível a sugestões de comportamentos preservadores do meio ambiente. Assim, uma vez desencadeado o processo de informação a respeito, a resolução da degradação ambiental seria uma "decorrência natural". No entanto, a realidade aí está a exhibir sua face ameaçadora que nos afeta e aflige, em escala mundial.

Compreender as questões ambientais para além de suas dimensões biológicas, químicas e físicas, enquanto questões sócio políticas, exige a formação de uma "consciência ambiental" e a preparação para o "pleno exercício da cidadania", fundamentadas no conhecimento das Ciências Humanas.

Informação e vivência participativa são dois recursos importantes do processo de ensino aprendizagem voltado para o "desenvolvimento da cidadania"

da "consciência ambiental".

Mas o que seria executar Educação Ambiental? De acordo com o documento: "Conceitos para Fazer Educação Ambiental" - Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo - A natureza começou a ocupar uma posição de subserviência em relação à humanidade. Passou a ser conhecida para que fosse dominada e explorada. A parte da natureza considerada inútil era estudada basicamente para satisfazer a curiosidade das pessoas a respeito do seu mundo. O estudo do meio ambiente tornou-se, ou uma ciência prática de extração de recursos, ou " um estudo do mundo natural" - catálogo e descrições das maravilhas naturais. Nos dois casos, a natureza era considerada como algo separado e inferior à sociedade humana. A educação formal institucionalizou-se através das escolas. Que configurando-se como educação ambiental, passou a figurar em muitos tópicos de programas e em muitas disciplinas, mas firmou suas bases especialmente nas ciências. Havia uma esperança não expressa de que todas as ciências, quando se interligassem, iriam compor um quadro completo de como o planeta funciona e de como os seres humanos podem interagir com ele de maneira proveitosa. Porém, como o volume de informações a ser aprendido em cada ciência crescesse e as pessoas se especializam cada vez mais, ninguém pôde reunir todas as disciplinas para uma visão total do planeta, muito menos para compreensão de sua interação com os sistemas culturais e econômicos da humanidade. Além do mais, no fim dos anos sessenta e início dos anos setenta, muitos problemas ambientais reais e urgentes tornaram-se avassaladoramente gritantes. Desertos foram se espalhando, a poluição do ar ameaçava a saúde dos moradores das cidades, lagos secavam, os solos erodiam. Muitos desses problemas transcendiam as fronteiras nacionais; eram o resultado do desarranjo de processos ambientais regionais ou mesmo globais, devido a enormes impactos causados pela sociedade humana. Esses problemas não se encaixaram em projetos educativos ou disciplinas científicas isoladas; eles ilustraram o fato de que a vida humana depende de processos naturais complexos, interconectados, de larga escala, que não podem absorver uma quantidade ilimitada de abusos. Assim, para que esses processos se desenvolvam bem, precisamos começar a

entendê-los melhor e a redirecionar as atividades humanas levando-os em conta. A natureza passou a ser vista como algo afetado, em geral de maneira desastrosa, pela sociedade humana que, por sua vez, tornou-se a agressora do ambiente - sua vítima. Aí, o conhecimento tornou-se necessário para proteger a natureza e corrigir os erros ecológicos. Todas essas razões históricas para a educação ambiental ainda são válidas. As pessoas continuam precisando compreender as funções ambientais básicas, a fim de produzirem alimentos, encontrarem água e adaptarem-se ao clima. Precisam compreender a ciência e a tecnologia para modelarem e perpetuarem as positivas conquistas do mundo moderno. E precisam gerenciar a saúde do ambiente e protegê-lo contra ataques insensatos. Porém, uma razão mais completa e construtiva para a educação ambiental está surgindo da combinação de todas as outras razões. A educação ambiental é necessária para o gerenciamento criterioso deste binômio totalmente interdependente: economia/ambiente.

## CAPÍTULO 4

### MODELAGEM MATEMÁTICA E TECNOLOGIA INFORMÁTICA NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS: UM DESAFIO PARA A LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

#### 4.1 - Modelagem Matemática como Método de Ensino e Aprendizagem.

Muitas situações presentes em nosso cotidiano podem requerer soluções e algum tipo de decisão. A criação de Modelos é uma tentativa de interpretar esses problemas; detalhes da arquitetura de uma residência e sua projeção desenhada em diversas escalas; o globo terrestre, em sua forma esférica, tomado como uma representação geóide de nosso planeta, a equação diferencial  $\frac{dP}{dt} = -\frac{r.P}{V}$  que trata em primeira aproximação da despoluição de uma lagoa com um vertedouro quando alimentada por uma fonte limpa; são exemplos de modelos que, de algum modo, tentam a seu modo interpretar o mundo real. Assim sendo, a Modelagem é em sua essência o processo de criação

e recriação de Modelos. A Modelagem Matemática é o mecanismo de integração entre uma dada situação-problema, a ser resolvida, e a Matemática. Como resultado desse processo obtém-se o Modelo Matemático. Segundo D'AMBRÓSIO (1986), o início do processo consiste em se traduzir uma situação real num problema formulado em linguagem matemática. Esta "tradução", ainda segundo o autor, deve levar em conta o caráter aproximativo uma vez que a linguagem conveniada permite uma simulação da realidade e, implicitamente, admite sua simplificação. Existem diversos esquemas que tentam explicar o processo de modelagem, um deles já foi explicitado anteriormente no item 1.1, com a FIG. 1.1. O processo de modelagem, segundo BIEMBENGUT (1997), aproxima uma situação real com ferramental matemático (Modelo Matemático) e envolve alguns procedimentos e etapas a saber:

**1ª Etapa: Interação com o assunto**

- reconhecimento da situação problema;
- familiarização com o assunto a ser modelo - pesquisa;
- 

**2ª Etapa: Matematização**

- formulação do problema - hipótese;
- resolução do problema em termos do modelo;

**3ª etapa: Modelo Matemático**

- interpretação da solução-validação;

O diagrama abaixo representa o processo

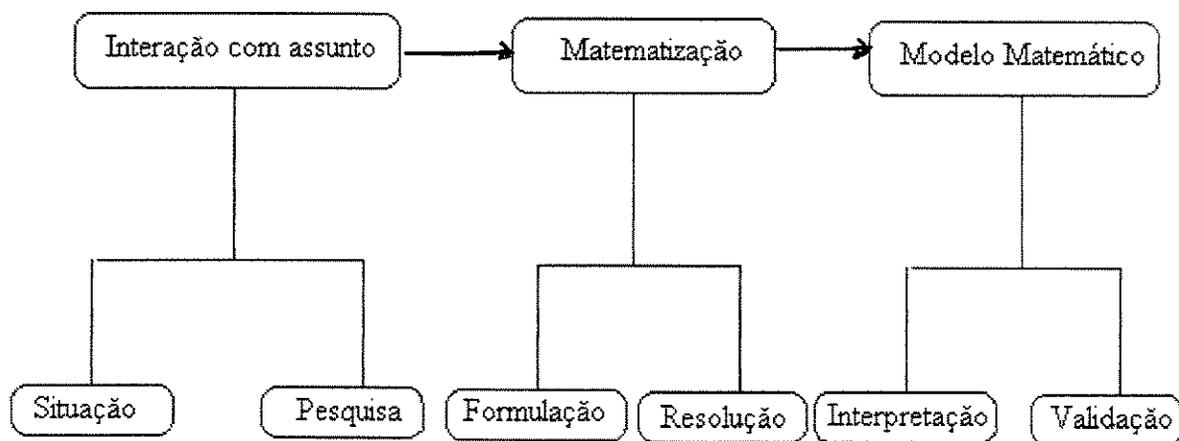


FIGURA 41- Diagrama do processo de Modelagem Matemática.  
 FONTE: BIEMBENGUT (1997)

Detalhando as etapas.

### 1ª etapa: Interação com o assunto

Uma vez delineada a situação que se pretende estudar, deve ser feita uma pesquisa sobre o assunto indiretamente (através de livros e revistas especializadas) e diretamente *in locu* (através de dados experimentais obtidos junto a especialistas da área).

Embora tenha-se subdividido esta etapa em duas sub-etapas (reconhecimento da situação problema e familiarização), estas não obedecem a uma ordem rígida nem tampouco se finda ao passar para a etapa seguinte. A situação-problema toma-se cada vez mais clara, á medida que se vai interagindo com os dados.

## 2ª etapa: Matemática

Esta etapa, subdividida em formulação do problema e resolução, é a mais complexa e "desafiante". É aqui que se dá a "tradução" da situação-problema para a linguagem matemática. Intuição e criatividade são elementos indispensáveis

Na formulação e avaliação de hipóteses, é preciso

- classificar as informações (relevantes e não-relevantes) identificando fatos envolvidos;
- decidir quais os fatores a serem perseguidos - levantando hipóteses;
- identificar constantes envolvidas;
- generalizar e selecionar variáveis relevantes;
- selecionar símbolos apropriados para estas variáveis; e
- descrever estas relações em termos matemáticos.

Deve-se terminar esta sub-etapa com um conjunto de expressões aritméticas e fórmulas, ou equações algébricas, ou gráfico, ou representações, ou programa computacional que levam à solução ou permitem a dedução de uma solução.

Na resolução do problema em termos do modelo, a situação passa a ser resolvida ou analisada com o ferramental matemático que se dispõe. Isto requer um bom conhecimento sobre as entidades matemáticas usadas na formulação.

O computador pode ser um instrumento imprescindível, em especial nas situações onde não for possível resolver por processos contínuos, obtêm-se resultados, aproximados, por processos discretos.

### 3ª etapa: Modelo Matemático

Para concluir o Modelo, torna-se necessária uma checagem para verificar em que nível este se aproxima da situação-problema representada e, a partir daí, poder utilizá-lo.

Desta forma, faz-se primeiro a interpretação do modelo e, posteriormente, verifica-se a adequabilidade (validação).

Para interpretar o modelo, analisam-se as implicações da solução, derivada do modelo que está sendo investigado e, então, verifica-se a adequabilidade do mesmo, retomando à situação-problema investigada, avaliando o quão significativa e relevante é a solução.

Se o modelo não atender às necessidades que o gerou, o processo deve ser retomado na 2ª etapa, mudando-se hipóteses, variáveis etc.

Outra representação, é a proposta por BERRY e HOUSTON (1995), onde os autores simplificam a modelagem em três fases: a formulação do modelo matemático, sua resolução e a interpretação. O processo é de natureza cíclica uma vez que começa e termina no mundo real, tendo a interpretação e sua formulação como fases intermediárias. Este processo está representado pela FIG. n° 4.2.

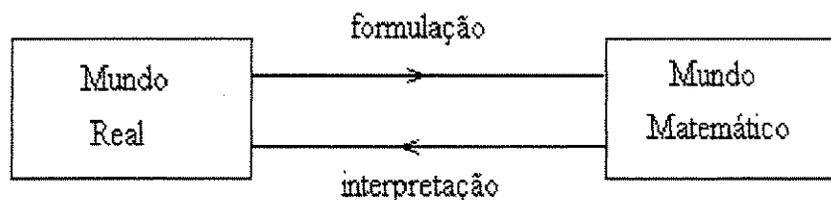


FIGURA 4.2 - Esquema simplificado de modelagem.

FONTE: Adaptado de BARRY e HOUSTON (1995)

Esses e tantos outros modelos explicativos do processo de Modelagem Matemática contemplam os esforços do modelador em compreender a realidade. Podemos observar, entretanto, que algumas etapas são comuns entre eles, ou seja, a **formulação do problema, sua resolução** e conseqüente **validação** dos resultados. Alguns autores como BASSANEZI (1994), CROSS e MOSCARDINI (1995), EDWARDS e HAMSON (1990), entre outros, ressaltam a idéia de que não há uma linha geral para guiar o trabalho do modelador. Este precisa contar com pensamento claro, fazer uma abordagem lógica, ter uma boa percepção para manusear dados, habilidade de comunicação e entusiasmo.

#### **4.2 - Aplicação de projetos como procedimento de Aprendizagem/ensino.**

O que produz aprendizagem, segundo o que nos ensina Ruben Alves, é o "incômodo" , ou seja, as questões que fazem parte do dia a dia do educando e, de algum modo, lhes causa um desconforto. Em nosso trabalho de pesquisa as questões ambientais são abordadas com essa finalidade. Assim, a poluição de mananciais reservados para abastecimento, por esgoto doméstico e industrial, a oferta e demanda de água potável para uma população crescente, são exemplos, dentre tantos outros, da problemática ambiental que afeta o cotidiano dos educandos. Esses assuntos que tem como referência a sociedade em que estão inseridos, além de despertar por sí só a busca por suas soluções, também produzem uma aprendizagem no âmbito da cidadania, enquanto coletividade.

Nos últimos anos, segundo MENDONÇA (1993), muitos pesquisadores da Pedagogia e da Psicologia Cognitiva estão preocupados em observar/investigar/analisar o potencial de uma pedagogia para a Matemática que propõe desencadear o processo de aprendizagem a partir de um primeiro momento em que o educando é convidado a compreender uma situação de sua realidade social. A tarefa do professor, ainda segundo a autora, seria, a de preparar um ambiente que pode oferecer ao grupo de alunos condições para questionar situações, em especial, àquelas fora do contexto Matemático e

incentivar a formulação de tais situações enquanto problemas relativos a Matemática. A autora afirma que **Perguntar, problematizar, formular problemas** sobre situações da realidade social é ainda somente uma grande expectativa de alguns estudiosos da aprendizagem matemática. Na verdade, a nossa sala de aula de Matemática é, em geral, uma sala de aula de respostas ao invés de perguntas. FREIRE, *apud* MENDONÇA(1996), afirma que: ...“ o educador, de modo geral, já traz a resposta sem lhe terem perguntado nada!”.

A problematização, ainda segundo MENDONÇA (1993), é um processo no qual perguntas e respostas, não imediatamente claras, vão se construindo porque há uma tensão fértil, uma motivação que impulsiona para a formulação de uma pergunta mais clara - um problema. Em outras palavras, a problematização, como a entendemos, é um caminho composto de formas de comunicação - ela implica uma força crescente e se realimenta nos próprios processos por meio dos quais se realiza. Desse modo, a problematização deve ter seu acabamento num problema e, em geral, a busca da solução para tal problema pode levar o resolvidor a atingir algum nível de aprendizagem. De preferência, ainda segundo a autora, nas salas de aula de Matemática, espera-se que uma problematização acabe formulando um problema matemático e, por isso, leve à produção da aprendizagem de um fato da Matemática, levando-se em conta que, numa aula de Matemática, a problematização lida com informações vindas da realidade, formula-se naturalmente um problema de outra área - por exemplo, da Economia, da Biologia, entre outras.

### 4.3 - Problematização na prática pedagógica.

O processo de desencadeamento de problematização em sala de aula, segundo MENDONÇA (1993), pode ser encaminhado por meio de quatro estratégias:

*a) Flagrar situações do contexto escolar ou de um contexto mais amplo - nesta estratégia, a autora ressalta a atenção do professor durante a aula, para situações que começam a se revelar significativas para os alunos, ou seja, estar alerta para perceber que certas relações e particularidades de um sistema físico-social passam a prender a atenção dos alunos dos alunos. A partir desta descoberta, o professor procura participar do diálogo sobre a situação, provavelmente já iniciado pelos alunos e aproveita-lo como diálogo de uma problematização.*

*b) Convocar os alunos para a escolha de “temas geradores” - o professor orienta a aprendizagem da Matemática a partir da necessidade de compreender uma situação da realidade social, problematizando-a.*

*c) Partir de um assunto (tema) previamente escolhido - cabe ao professor, a partir de um tema por ele escolhido, iniciar uma problematização que motive a ligação de conteúdos que ele deseja introduzir, com situações reais que os alunos conhecem e vivenciam, ou mesmo fictícias como a simulação do real.*

d) *Partir de um modelo matemático conhecido - a problematização, neste caso, constitui-se para um diálogo voltado para a análise de um problema já estudado. Em outras palavras, a partir de um modelo matemático que facilitou a conversão de um problema na sua linguagem Matemática, o professor apresenta e analisa problemas, dentro de outros contextos, que utilizam esse mesmo instrumental. Cabe, então, ao professor encaminhar uma problematização com questões que argumentem sobre a busca de um problema semelhante do ponto de vista matemático, gerado em outro contexto. Uma vez localizado o problema, estende-se o diálogo para interpretar o modelo matemático estudado no primeiro problema, na linguagem do segundo.*

#### **4.4 - Computadores e Educação.**

A idéia da utilização de computadores e *softwares* específicos na educação não é nova. Diversos pesquisadores como PAPERT (1986), CUNHA et al. (1997), entre outros, tem defendido a introdução de computadores nas salas de aulas, em diversos níveis e situações de aprendizagem, como estratégia. A preocupação por parte de alguns professores dos departamentos de matemática de algumas universidades públicas brasileiras a respeito da discussão sobre o processo de ensinar e aprender as disciplinas relacionadas com os Cálculos, através do computador, não é recente. Os temas mais abordados nestas discussões tem girado em torno da motivação dos alunos, do desenvolvimento da criatividade, do raciocínio e da autonomia dos alunos, do uso da história da Matemática, do uso da modelagem matemática, do trabalho de projetos e da

utilização do computador, etc. SOUZA JR. (2000), observou em seu trabalho de pesquisa, que ocorreram iniciativas isoladas e que não foram registradas devido ao interesse prático e contextualizado em que elas ocorreram.

MEYER *apud* SOUZA JR. (2000), narra que no início da década de setenta participou, em conjunto com outros professores, de uma experiência de ensino que utilizou o computador na disciplina Cálculo na UNICAMP. A idéia era que alguns alunos realizassem programas na linguagem **Pascal** afim de compreenderem os conteúdos trabalhados. Segundo MEYER, esta experiência ficou restrita aos professores e alunos que participaram desta iniciativa.

#### **4.5 - O computador na sala de aula.**

O “movimento atual” de se utilizar os “softwares aplicativos” no processo de ensinar e aprender matemática, segundo SOUZA JR. (2000), na universidade pode ser observado nos encontros apoiados pela Sociedade Brasileira de Educação Matemática - SBEM, pela Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional - SBMAC e pela Sociedade Brasileira de Matemática - SBM.

Ainda segundo SOUZA JR. (2000), até o início da década de noventa a idéia de utilizar o computador no ensino de Cálculo estava restrita a iniciativa de poucos professores em algumas universidades. SOUZA JUNIOR (1993) *apud* SOUZA JR. (2000), na sua pesquisa com 111 professores universitários, de diferentes departamentos de matemática da UNESP, observou que muitos professores estavam interessados na integração dos conteúdos matemáticos com as aplicações da matemática. A questão das aplicações da matemática ao ensino é complexa. KLINE, (1976), realizou a seguinte discussão:

*“Durante os últimos anos muitos líderes de currículos reconheceram ter negligenciado de assinalar as aplicações da matemática. Mas sua abordagem para remediar essa deficiência é ridícula. Eles solicitam a matemáticos aplicados, de alguns importantes laboratórios de pesquisa ou organizações industriais que forneçam aplicações. Estes homens resumem de aplicações genuínas pequenas porções de matemática que estão realmente envolvidas nas aplicações. Estas porções, entretanto, nada revelam do que se realiza. São como o sal num bolo. Pedem aos estudantes que comam sal na expectativa de que, com isso, apreciem o bolo.”*

Ainda segundo SOUZA JR. (2000), a preocupação em introduzir o computador na disciplinas de conteúdo de matemática na universidade não é novo no Brasil. Observa o autor que ocorreram iniciativas isoladas e que não foram registradas devido ao interesse prático e contextualizado em que elas ocorreram.

No XI Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional (CNMAC) realizado em agosto de 1988 na cidade de Ouro Preto, começaram a aparecer as primeiras referências a programas de derivação e integração simbólicas voltados para a pesquisa em Matemática Aplicada, não havia no entanto um preocupação maior nem com as implicações didáticas nem com o ensino.

A análise dos Anais deste encontro nos revela que o interesse a respeito da reflexão sobre informática e ensino de cálculo estão associados a utilização de “softwares aplicativos” produzidos fora do país por especialistas e que são ferramentas potentes para a visualização gráfica e resolução de problemas.

Quatro pesquisadores da PUCRS, apresentaram um trabalho com o título: **O Ensino de Cálculo com Auxílio da Informática**. Os autores apresentam o interesse pela utilização das novas tecnologias no processo de ensinar e aprender matemática e argumentam que: *“Um dos grandes desafios do próximo*

*milênio, não é o de se criar novas tecnologias e sim o de usá-las de forma criativa e inovadora". (CUNHA, MORAES, HÖLBIG e CLAUDIO, 1997 ).*

O trabalho produzido por duas professoras do Departamento de Matemática da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, foi apresentado com o seguinte título: **Utilização do Software Maple no Ensino de Cálculo e Geometria Analítica**, tinha *"como objetivo principal integrar a Computação Algébrica, através do Software Maple ao ensino de Cálculo Diferencial e Integral e Geometria Analítica, incorporando o computador como recurso didático que facilita a compreensão de conceitos e expande os limites e variações de aplicações".* (EGER, LEAL e DUARTE ; 1997: 540)

A utilização de softwares aplicativos em algumas disciplinas da área de matemática na UFSC, possibilitou a criação de um laboratório de Computação Algébrica e estão introduzindo modificações no trabalho pedagógico destas disciplinas.

*"Os cursos de engenharia e computação possuem disciplinas como Cálculo Numérico, Análise Numérica, Cálculo Diferencial e Integral, etc. que formalmente aparecem com aulas estritamente teóricas. Na UFSC, professores ligados ao Laboratório de Computação Algébrica e Simbólica (labCAS), do Departamento de Informática e de Estatística (INE), estão introduzindo modificações na estrutura programática, fazendo com que estas disciplinas adquiram um caráter teórico/prático. Isto significa que tanto software de resolução numérica como os de resolução algébrica (CAS) sejam utilizados como ferramentas para solução de problemas/exercícios (problemas mais realísticos que serão encontrados na área de aplicação do aluno) e na elaboração de trabalhos e projetos." (PETERS, MENDONÇA e SZEREMETA, 1997).*

## **CAPÍTULO 5**

### **A PESQUISA: UMA PERSPECTIVA EM DESENVOLVIMENTO**

#### **5.1 - Estruturação das aulas.**

As aulas foram organizadas de modo a abranger basicamente dois momentos para cada conteúdo a ser trabalhado: aula expositiva nos moldes ditos tradicionais e no laboratório de informática para aplicação computacional, com a utilização do aplicativo MATLAB.

#### **5.2 - Análise das aulas pelos educandos.**

Tanto as aulas expositivas quanto as aulas de laboratório foram avaliadas pelos alunos através de questionamentos específicos para esta finalidade. Considerando que o encontro era semanal e de aproximadamente duas horas aula, vimos por bem aplicar os questionamentos a término de cada dois ou três assuntos. O objetivo do questionamento foi obter um *feed back*, por parte dos alunos, ensejando ao professor avaliar o andamento do curso e realizar as devidas correções de postura e estratégia, quando necessário.

### **5.3 - Auto avaliação dos educandos**

Os alunos se auto avaliaram também através de questionários. Este procedimento teve o objetivo de mostrar o grau de envolvimento/comprometimento do aluno com relação ao curso de Licenciatura, a disciplina de Cálculo Numérico e a aula ministrada. Desta forma, esses dados juntamente com àqueles obtidos no item anterior, possibilitaram ao professor estabelecer ajustes em seu caminharmento de ensino e aprendizagem.

### **5.4 - Análise e discussão do curso.**

Os questionamentos referentes a este item foram aplicados mais ao final do curso de modo a se obter uma análise das aulas, como um todo, ou seja, avaliar o caminharmento aplicado pelo professor, na utilização dos computadores como ferramenta de apoio e no uso de modelos matemáticos.

Algumas dessas etapas, além de outros procedimentos complementares, serão discutidos e detalhados mais a frente quando trataremos do desenvolvimento da pesquisa.

### **5.5 - Coleta de dados.**

Neste trabalho de pesquisa, os dados foram coletados através de dois instrumentos. Um deles, seis questionários aplicados a uma classe de dezoito alunos, ora constituídos por perguntas abertas, ora por fechadas ou ainda por uma combinação de ambas, conforme sua finalidade e o outro, por registro de observações consideradas relevantes, durante todo o ano letivo. Essas observações, sempre de cunho participativo, registraram questões sobre o ensino/aprendizagem e atitudes docentes e discentes. Chamaremos essas

observações anotadas de "diário de bordo". Os questionários, quando aplicados, eram distribuídos sempre ao final da aula, espaçados a cada três ou quatro aulas conforme o desenvolvimento dos assuntos, e recolhidos no próximo encontro. Este procedimento foi adotado devido a questão do tempo efetivo de aula ser limitado, cerca de uma hora e dez minutos, e para não causar um estresse desnecessário nos alunos com aplicações constantes, ou seja, aula após aula.

## **5.6 - Planejamento das aulas**

As aulas foram planejadas, diante do plano de curso, de modo a abordar os conteúdos previstos para a disciplina de Cálculo Numérico sendo ministrado em regime anual, com duas horas aula semanais. Diante de nossa proposta em utilizar a modelagem matemática com ênfase em fenômenos ambientais, e ainda, utilizar o microcomputador como instrumental de apoio, tornou-se necessário reservar algumas aulas para prática em laboratório. O curso foi, então, concebido de modo a desenvolver diversos projetos com a intenção de problematizar os vários tópicos da disciplina a serem estudados e aplica-los de uma forma prática, com o auxílio de um software específico.

### **➤ A busca pela Matemática.**

Os diversos conteúdos foram explorados, basicamente, através de pelo menos dois momentos distintos, mas inter-relacionados a saber:

- a) aula tradicional - neste momento o conteúdo foi abordado e exposto tendo como base a bibliografia adotada, com a resolução de exemplos e, na seqüência, com a proposição de exercícios em grau de dificuldade crescente;
- b) aula no laboratório de informática - neste ambiente, os projetos foram apresentados e os alunos agrupados em até quatro elementos. Dessa maneira,

cada projeto foi desenvolvido de maneira específica de modo a satisfazer os objetivos propostos para aquela aula, se utilizando de temas ambientais mas privilegiando o conceito matemático em foco.

#### **5.6.1 - Síntese de informação.**

No início de cada novo conteúdo, a classe é provocada pelo professor de modo a gerar um tema/problema de origem ambiental. O professor induz a turma a obter uma solução num modelo matemático que contenha, em sua essência, o conteúdo/conceito matemático de interesse de modo a explorá-lo naquele dia. Diante da “descoberta” do modelo, a necessidade da fundamentação teórica ocorre naturalmente e, não raro, com uma certa “ansiedade”, por parte dos alunos, em “descobrir” como se dá a solução.

#### **5.6.2 - A prática de simulação.**

A aula prática no laboratório de informática se inicia com a execução do projeto proposto para aquele dia. Cada grupo recebe um texto contendo um problema, extraído de sua realidade e de cunho ambiental, e o modelo matemático apropriado para sua solução. O modelo é, então, escrito na linguagem MATLAB e executado pelo microcomputador. O programa é construído pelo grupo, de maneira simples, pois bastam algumas poucas linhas de programação para que as simulações ocorram. Antes da execução do programa principal, o grupo é levado a escrever outro, com menor grau de dificuldade, de modo a testar o algoritmo. Este procedimento tem a finalidade de ajudá-los a compreender melhor a linguagem de programação, antes de executar o programa principal, pois não existe nenhuma disciplina que trate de programação, ou qualquer linguagem, em sua grade curricular.

Com a execução do programa principal e o aspecto prático em que a situação ocorre, os alunos percebem de maneira natural o conceito matemático envolvido. O grupo passa, então, a discutir entre si e com o professor o problema gerador do modelo, sua solução e na maioria das vezes "constrói" outras simulações alterando as variáveis do problema inicial.

#### **5.6.2.1 - O Projeto nº 1 - Epidemia - Zero de Funções**

Este projeto/tema foi gerado em sala de aula através de uma provocação relativa a doenças transmissíveis por veiculação hídrica, aérea e pessoa a pessoa. A questão da epidemia de Dengue estava em todos os meios de comunicação na época, como até hoje, não sendo difícil trazer o assunto e o correspondente modelo matemático para a sala de aula.

##### **5.6.2.1.1 - Objetivos e Procedimentos.**

O objetivo deste projeto foi de estudar o conceito matemático de Zeros de Funções. O texto apresentado aos alunos, e que se encontra no ANEXO I, reproduz o modelo matemático que descreve uma situação de epidemia, qualquer que seja ela, em suas diversas fases a saber: aumento da incidência de casos por infecção, tentativa de controle por vacinação, e decaimento do número de casos devido a imunização. O conceito matemático é estudado na medida em que o modelo é então, escrito na linguagem MATLAB, e executado nos microcomputadores pelos grupos de alunos que visualizam a curva no monitor. O resultado (a curva) é impressa e a estratégia utilizada é a manipulação da mesma, por cada grupo, de modo a obter (ou prever) os tempos de diversas simulações onde o número de casos de infectados diminui e o estado passa, então, do estágio de "alerta" para o de "atenção".

### 5.6.2.1.2 - Onde está a Matemática?

O conceito a ser estudado é o zero de funções. Neste projeto isto é conseguido na medida em que, de posse da curva impressa, os alunos fixam o número de casos infectados no eixo das ordenadas e, traçando-se uma reta paralela ao eixo  $x$  (eixo dos tempos), lêem-se os tempos correspondentes no eixo das abscissas, quando da interseção da curva. A medida é obtida graficamente ou através de uma simples interpolação linear. A FIG. 5.1 apresenta a curva gerada pelo programa sugerido no projeto nº 1 que representa o modelo da Epidemia.

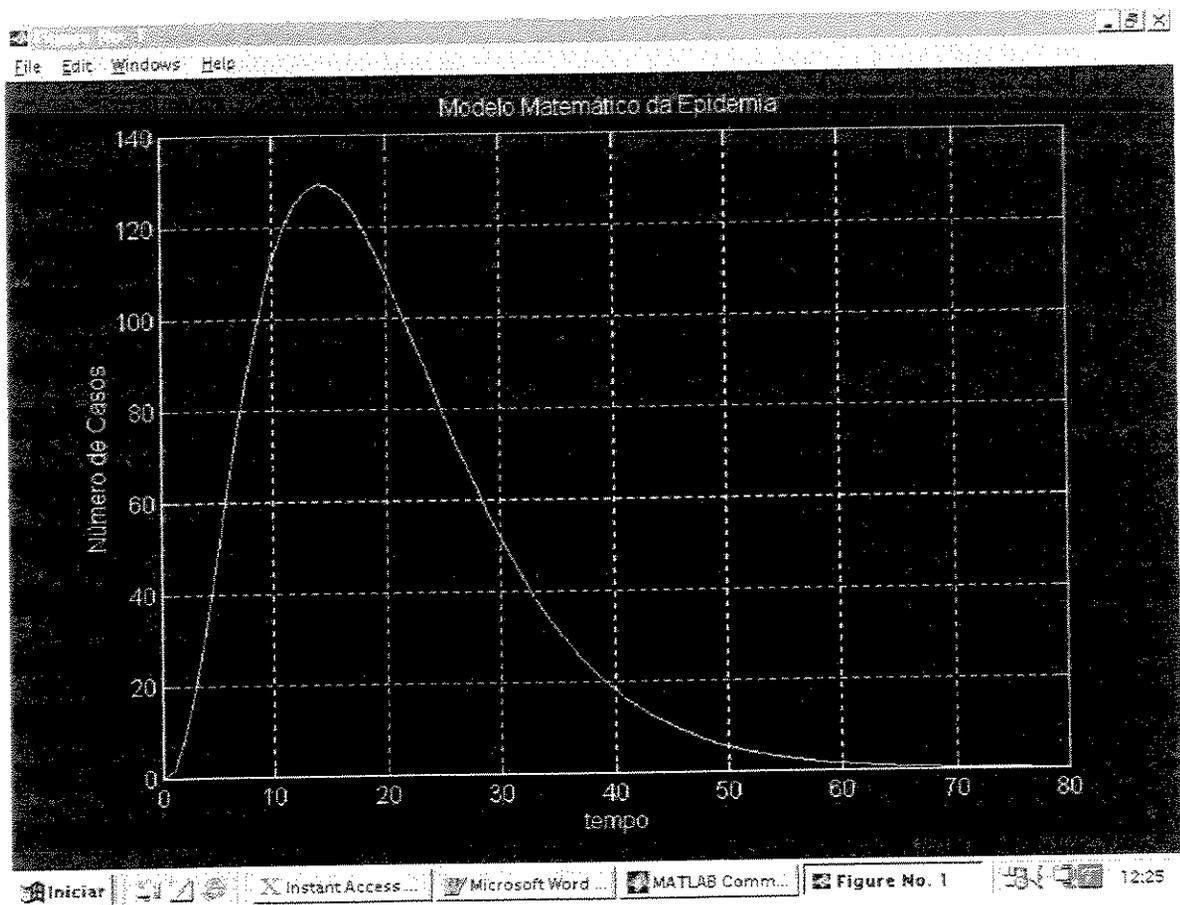


FIGURA 5.1 - Curva gerada pelo programa do projeto nº 1 representando o modelo da Epidemia.

### **5.6.2.2 - O Projeto nº 2 - Baleias Austrais - Zero de Funções**

Este projeto/tema também foi gerado em sala de aula através de duas questões interrelacionadas. A primeira levantou a problemática do derramamento de óleo em alto mar por vazamento de petroleiros e suas conseqüências para a flora e fauna marítimas, a segunda, pela caça indiscriminada às baleias, realizada por nações como por exemplo, o Japão. Diante de tais provocações o professor introduziu o modelo matemático que retrata as condições de vida das baleias da espécie Austral.

#### **5.6.2.2.1 - Objetivos e Procedimentos.**

O objetivo deste projeto foi também de estudar o conceito matemático de Zeros de Funções. O texto apresentado aos alunos encontra-se no ANEXO I e contém o modelo matemático, em forma de uma curva polinomial cúbica na variável  $\lambda$ , que representa a situação de sobrevivência de um rebanho de baleias da espécie Austrais. O valor assumido pela variável quando encontrado seu "zero" pode indicar prosperidade ou extinção do rebanho. Através de uns poucos comandos da linguagem MATLAB, cada grupo de alunos gerou sua curva segundo dados individualizados (observar o texto do projeto). A estratégia utilizada foi a de imprimir a função cúbica, de modo a cada grupo obter seu próprio valor de  $\lambda$  e, a seguir, tirar suas conclusões.

#### **5.6.2.2.2 - Onde está a Matemática?**

O conceito matemático é visualizado e estudado na medida em que o modelo gera a curva e  $\lambda$  é encontrado diretamente pela interseção da polinomial cúbica com o eixo das abscissas, ou seja, o zero da função. Repetidas simulações (variando-se o valor de K) levam a diferentes valores de  $\lambda$ , facilmente observáveis

pelo monitor. A FIG. 5.2 apresenta a curva gerada pelo polinômio de terceiro grau que representa o modelo que descreve a perspectiva de vida de um rebanho de baleias.

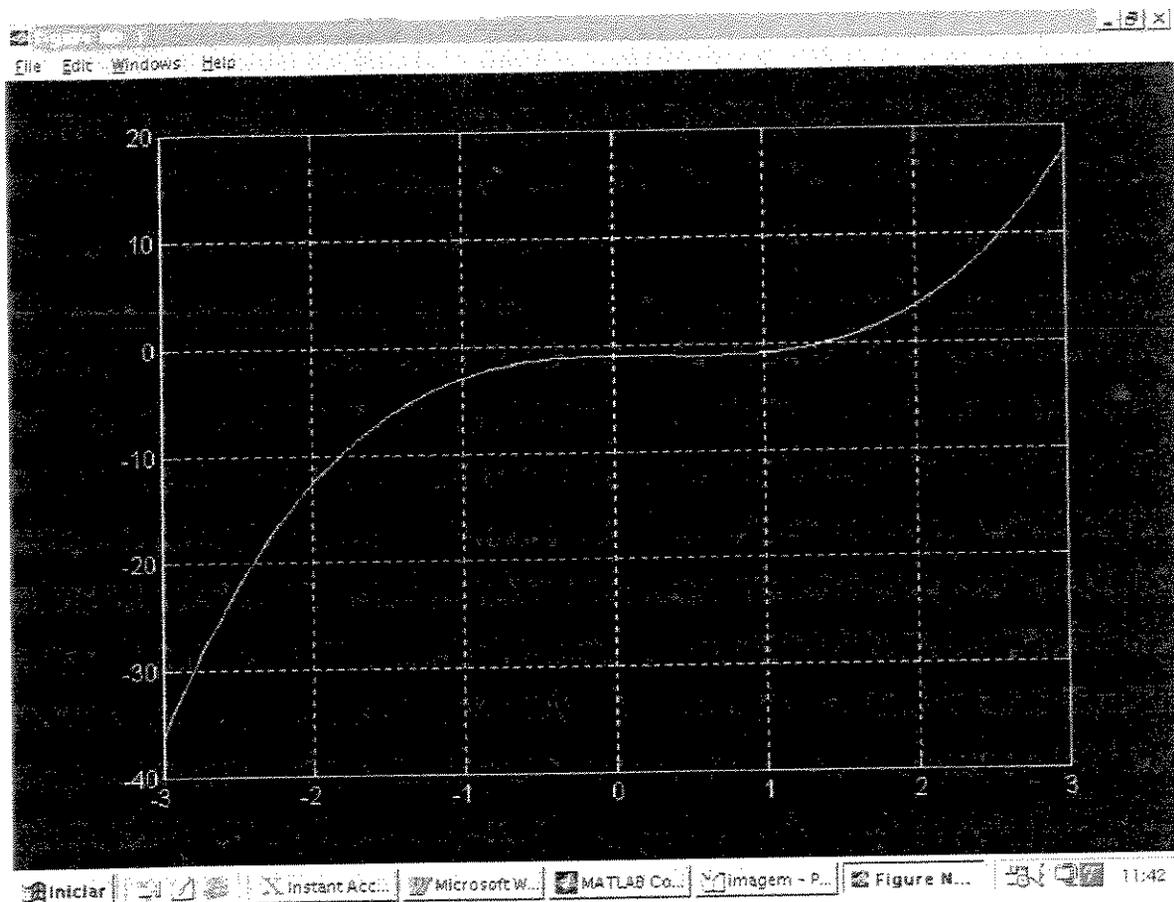


FIGURA 5.2 - Curva gerada pelo polinômio de grau três que representa o modelo de sobrevivência de um rebanho de baleias da espécie austral - Projeto 2.

### **5.6.2.3 - O Projeto nº 3 - Adubação de Solo - Sistemas Lineares**

O projeto foi apresentado após se levantar a problemática do solo deficiente em nutrientes quando do plantio repetido de cana-de-açúcar. Este fato é bem conhecido na região de São João da Boa Vista, onde existe uma usina que também tem problemas com o destino final do vinhoto obtido como subproduto do processo de beneficiamento da cana-de-açúcar. Foram discutidos meios de condicionamento do solo e o processo de reposição mineral via adubação, surgiu como uma decorrência natural desta discussão que envolve uma problemática constante em toda a região.

### **5.6.2.4 - O Projeto nº 4 - Dieta Equilibrada - Sistemas Lineares**

O tema gerador "Dieta Equilibrada" emerge após uma provocação em que foi levantado o problema do alto índice de mortalidade em homens e mulheres devido a problemas de ordem cardiovascular decorrentes de aspectos do sedentarismo, obesidade, stresse, comuns e atuais na vida da maioria das pessoas. A questão de como seria e como calcular uma alimentação equilibrada em termos de vitaminas, sais minerais e gorduras, fluiu rapidamente. A partir dessa discussão, o equacionamento da dieta equilibrada e sua transformação num sistema linear e matricial foi conseqüente.

#### **5.6.2.4.1 - Objetivos e Procedimentos.**

O objetivo destes projetos foi o de estudar sistemas de equações lineares em sua forma algébrica e matricial. Os textos contendo os projetos foram apresentados aos alunos e encontram-se no ANEXO I. Os alunos são levados a equacionar o problema obtendo sua forma algébrica e, a seguir, sua forma matricial. O procedimento utilizado foi a transformação da forma matricial do problema em comandos de programação da linguagem MATLAB. Feito isso, a resolução via microcomputador foi imediata.

#### **5.6.2.4.2 - Onde está a Matemática?**

Os problemas foram resolvidos em sala com a utilização de métodos iterativos e os resultados foram comparados com àqueles obtidos via computador. O conceito de aproximação, obtido via métodos iterativos, foi então explorado e discutido. Foi explorada também a interpretação dos problemas e sua transformação nas formas algébricas e matricial, além de sua programação. Os sistemas de equações I e II apresentam os modelos algébricos dos projetos 3 e 4, com seus respectivos modelos matriciais.

## Sistema de Equações I - Projeto nº 3

a) Modelo Algébrico:

$$\begin{cases} 10x_1 + 10x_2 + 50x_3 + 20x_4 = 140 \\ 10x_1 + 100x_2 + 20x_3 + 40x_4 = 190 \\ 100x_1 + 30x_2 + 20x_3 + 35x_4 = 205 \\ 5x_1 + 6x_2 + 5x_3 + 15x_4 = 54 \end{cases}$$

b) Modelo Matricial

$$\begin{pmatrix} 10 & 10 & 50 & 20 \\ 10 & 100 & 20 & 40 \\ 100 & 30 & 20 & 35 \\ 5 & 6 & 5 & 15 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 140 \\ 190 \\ 205 \\ 54 \end{pmatrix}$$

## Sistema de Equações II - Projeto nº 4

a) Modelo Algébrico:

$$\left\{ \begin{array}{rcllclcl} x_1 + 9x_2 + 2x_3 + x_4 + x_5 & = & 170 \\ 10x_1 + x_2 + 2x_3 + x_4 + x_5 & = & 180 \\ x_1 + 0x_2 + 5x_3 + x_4 + x_5 & = & 140 \\ 2x_1 + x_2 + x_3 + 2x_4 + 9x_5 & = & 180 \\ 2x_1 + x_2 + 2x_3 + 13x_4 + 2x_5 & = & 350 \end{array} \right.$$

b) Modelo Matricial

$$\begin{pmatrix} 1 & 9 & 2 & 1 & 1 \\ 10 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 5 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 1 & 2 & 9 \\ 2 & 1 & 2 & 13 & 2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 170 \\ 180 \\ 140 \\ 180 \\ 350 \end{pmatrix}$$

As FIG. n ° 5.3 e FIG. n ° 5.4 apresentam, respectivamente, os resultados numéricos dos projetos 3 e 4, após o processamento.

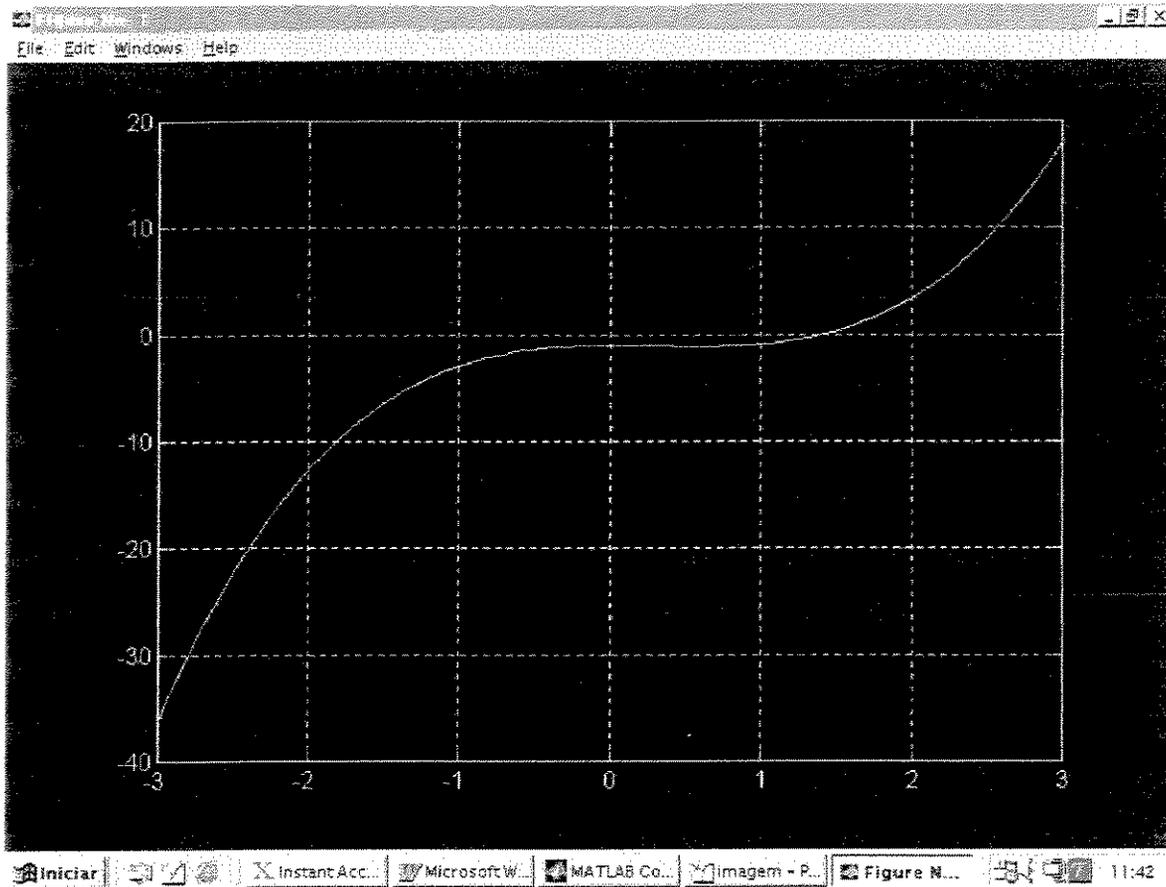


FIGURA 5.3 - Quantidades dos adubos tipo I,II,III e IV que satisfazem o problema do projeto 3.

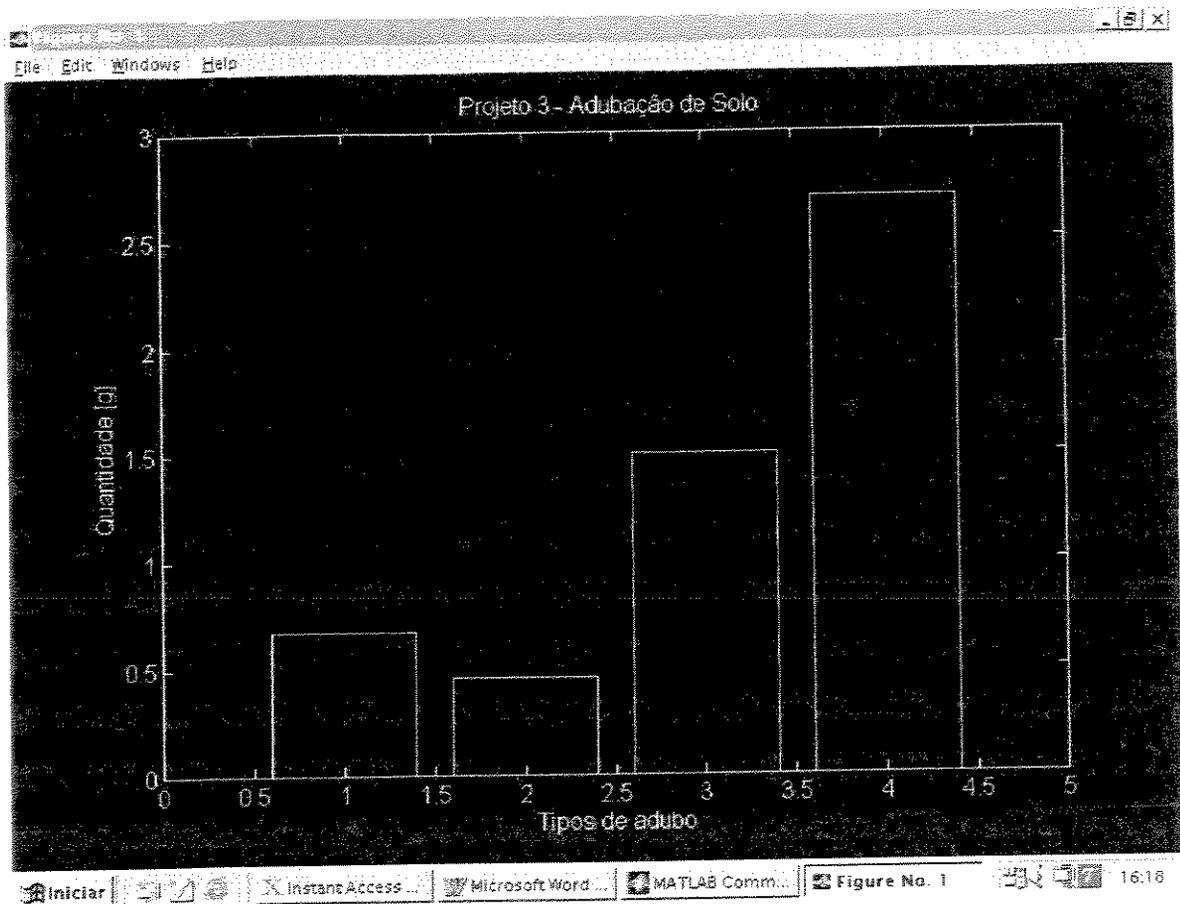


FIGURA 5.4 - Quantidade em gramas de cada tipo de alimento que deve ser ingerido para uma dieta equilibrada - projeto 4.

### 5.6.2.5 - O Projeto nº 5 - Projeção Populacional - Ajuste de curva por Mínimos Quadrados

Este projeto foi apresentado após uma provocação onde a classe foi levada a refletir sobre consumo de água, alimentos e geração de lixo *per capita*.

Foi apontado, por exemplo, que o consumo médio de água por habitante é de 200 litros por dia. A seguir foi feito um cálculo rápido e grosseiro de quanto seria o

consumo diário da cidade de São João da Boa Vista; calculou-se então o consumo mensal. A questão do aumento demográfico foi logo percebida pela classe e o professor sugeriu, então, a seguinte pergunta: pensando-se em termos de Brasil, será que haverá disponibilidade de água potável para o ano de 2100? E a seguir uma nova questão: Quantos seremos em 2100?, após essa provocação foi apresentado o projeto que trata da projeção demográfica através do processo dos mínimos quadrados.

#### **5.6.2.5.1 - Objetivos e Procedimentos.**

O objetivo deste projeto foi o estudo do ajuste de curva pelo método dos mínimos quadrados. O referido projeto com o texto completo encontra-se no ANEXO I. Neste projeto são relacionados o número de habitantes e o ano correspondente ao senso. De posse desses dados, os grupos de alunos são levados a escrever um programa em MATLAB que determina os coeficientes angular e linear de uma reta que melhor representa o modelo matemático referente ao crescimento demográfico.

#### **5.6.2.5.2 - Onde está a Matemática?**

Também neste projeto, o conteúdo referente ao ajuste de curva pelos mínimos quadrados foi explorado em sala de aula e a previsão de dados, por extrapolação, foram conceitualmente abordados através do microcomputador com a simulação da quantidade de habitantes em diversas datas. A FIG. 5.5 mostra o gráfico de dispersão referente aos dados demográficos de 1973 até 1996, contidos no projeto de nº 6.

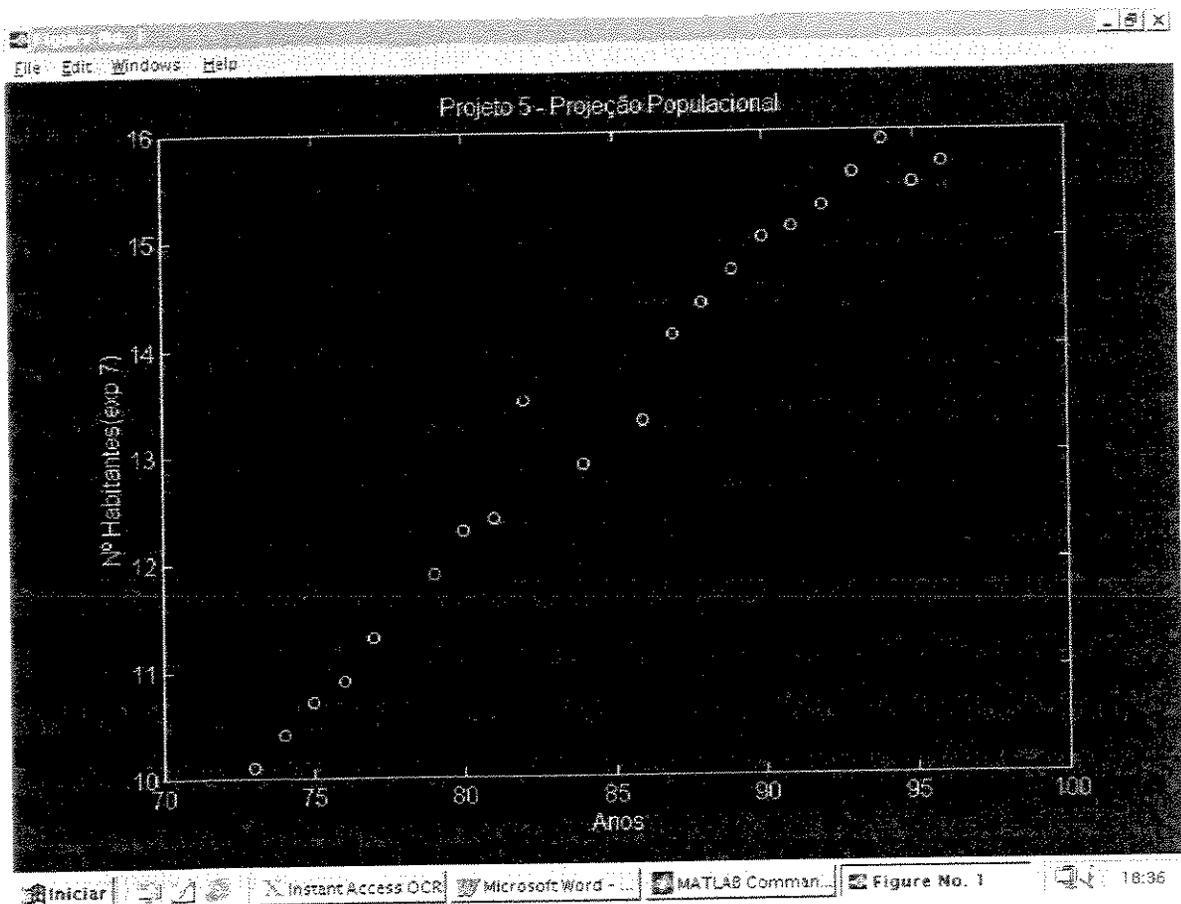


FIGURA 5.5 - Gráfico de dispersão - Projeção Demográfica pelo método dos Mínimos Quadrados - Projeto 5.

**5.6.2.6 - O Projeto nº 6 - Desinfecção de Esgotos - Ajuste de curva por Interpolação Polinomial**

**5.6.2.7 - O Projeto nº 7 - Tratamento de águas para Abastecimento - Ajuste de curva por Interpolação Polinomial**

Estes projetos/tema foram gerados através da reflexão realizada pela classe no sentido saber o que ocorre com a água após sua utilização e quais os processos de tratamento da água bruta para o abastecimento. Questões como a

capitação da água, para a cidade de Campinas-SP, ser feita logo após o despejo do esgoto da cidade de Valinhos-SP no rio Atibáia, foram levantadas causando certa inquietação e desconforto na turma. A necessidade da previsão de índices de poluição e qualidade de água entre intervalos conhecidos, foi abordada pelo professor. Diante de tais questões, o ambiente para a abordagem dos conteúdos relativos ao ajuste de curva por interpolação polinomial estava fértil .

#### **5.6.2.7.1 - Objetivos e Procedimentos.**

Estes projetos tem como objetivo a aplicação do ajuste de curva polinomial. A estratégia utilizada está em apresentar os problemas em forma de testes laboratoriais, onde medidas devem ser determinadas entre intervalos conhecidos. Os alunos recebem os textos correspondentes aos projetos que, como os anteriores, encontram-se no ANEXO I. A seguir os grupos escrevem o programa em MATLAB e, através do microcomputador, os dados são determinados pelo ajuste polinomial de curvas fornecendo os valores procurados. Os alunos passam, então, a escrever outro programa de acordo com a teoria estudada em classe, onde os coeficientes do polinômio  $p(x)$ , que corresponde ao melhor ajuste de curva, são encontrados através da solução de um sistema de equações. Foi solicitada também a construção do programa que gerava o gráfico de dispersão dos dados. Este procedimento contribui para a "visualização" da ordem de grandeza do resultado procurado. Os sistemas de equações, os respectivos polinômios procurados e os gráficos de dispersão para os projetos de nº 6 e 7 são apresentados a seguir.



Transformando o modelo algébrico em matricial, temos:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 1 & 10 & 100 & \dots & 100000 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} a_0 \\ \cdot \\ \cdot \\ a_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 10\ 000 \\ \cdot \\ \cdot \\ 30 \end{pmatrix}$$

Os alunos transformam então o modelo matricial em linguagem de programação:

```
> A = [ 1 1 1 .....1; .....; 1 10 100 .....1000000];
> b = [ 10000; .....; 30];
> x = A \ b
```

Neste ponto os alunos obtêm os coeficientes  $a_0$  até  $a_5$  fornecidos pelo processamento e constroem o polinômio pretendido. Importante se faz observar que a interpolação obtida via comando direto do MATLAB, conforme sugerido no texto do projeto, apresenta apenas o resultado final da interpolação, ou seja, este resultado é utilizado meramente para comparação com àquele calculado pela classe, via construção dos sistemas lineares construídos a partir do conceito

formal advindo da teoria. A FIG. 5.6 apresenta o gráfico de dispersão gerado pelos pontos apresentados no projeto de nº 7.

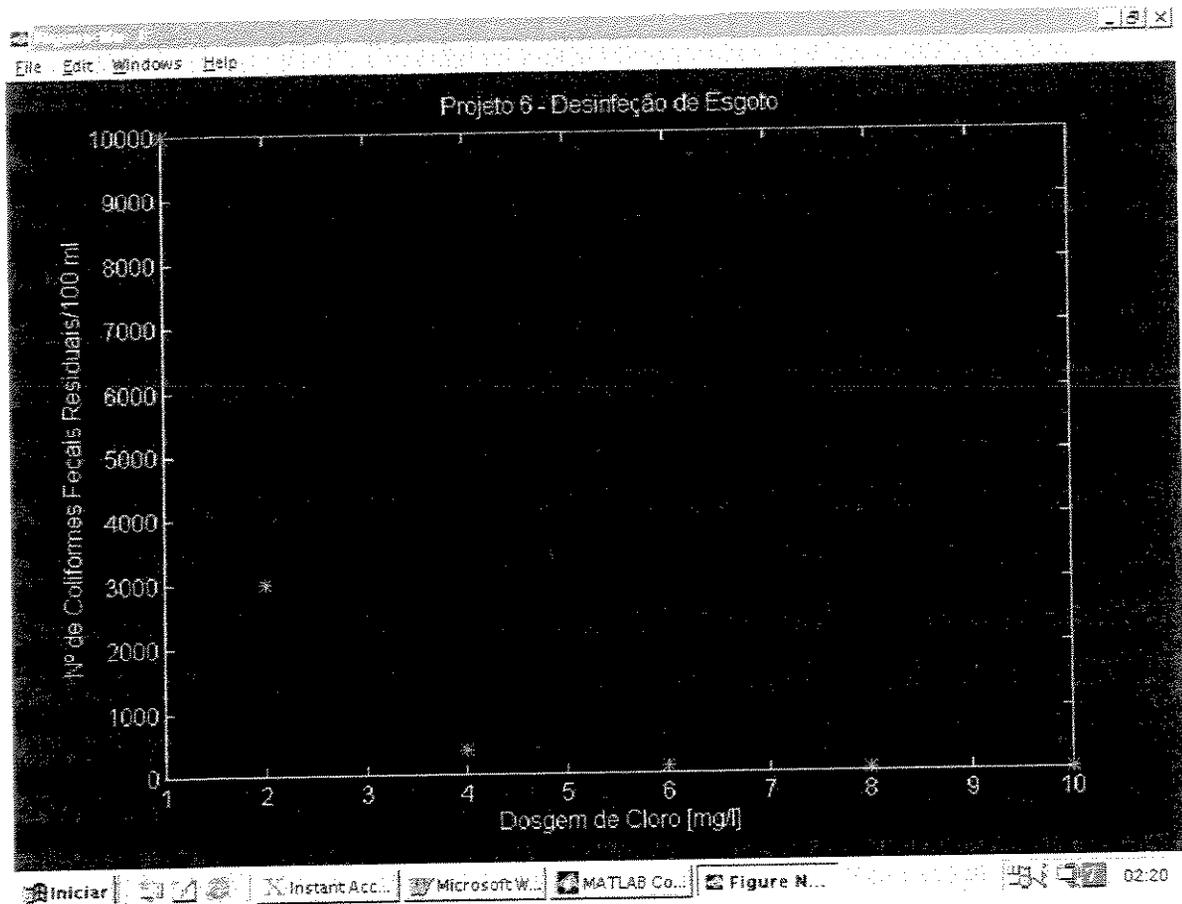


FIGURA 5.6 - Gráfico de dispersão gerado pelos pontos apresentados no projeto 7

### 5.6.3 - Considerações sobre a construção de saberes com relação aos projetos.

Os sete projetos aplicados podem ser classificados, a partir da interpretação do problema proposto e de acordo com seu desenvolvimento, por visualização gráfica e codificação de um modelo matricial com conseqüente resposta numérica. Em ambos os casos os alunos aprendem a interpretar o

problema traduzindo-o num modelo e o codificam na linguagem MATLAB. Este processo se torna possível uma vez que, neste momento, conhecem a os fundamentos da linguagem através do mini curso ministrado anteriormente, como já mencionado. A única exceção foi com o projeto de nº 1 - Epidemia, onde foi fornecido o programa que gera a curva correspondente ao modelo. Este procedimento foi necessário uma vez que este projeto apresenta um grau de dificuldade maior, em termos de recursos de programação, e não é objetivo maior da disciplina suprir essas necessidades. Entretanto, com relação aos outros projetos, os comandos necessários abrangiam, basicamente, a geração de curvas polinomiais e resolução de sistemas de equações que, em última análise, se compõem no tratamento de matrizes.

## CAPÍTULO 6

### UMA TENTATIVA DE ANÁLISE: RESULTADOS PRELIMINARES

#### 6.1 - Metodologia da Análise.

A análise de dados, segundo BOGDAN & BIKLEN (1994), é o processo de busca e de organização sistemático de transcrições de entrevistas, de notas de campo e de outros materiais que foram sendo acumulados, com o objetivo de aumentar a sua própria compreensão desses mesmos materiais e de lhe permitir apresentar aos outros aquilo que encontrou. A análise envolve procura de padrões, descoberta dos aspectos importantes e do que deve ser aprendido e a decisão sobre o que vai ser transmitido aos outros. Inúmeras são, ainda segundo o autor, as denominações acerca do desenvolvimento das análises depois de recolhidos os dados de uma pesquisa. Os autores, discutem amplamente a questão. Nessa discussão, ilustram um dos modos em que o pesquisador qualitativo pode analisar seu dados:

*...Imagine-se num grande ginásio com milhares de brinquedos espalhados pelo chão. [Você] foi incumbido de os arrumar em pilhas de acordo com um esquema que terá de desenvolver. Passeia pelo ginásio, olhando para os brinquedos, pegando neles e examinando-os. Há várias maneiras de os arrumar em montes. Pode organizá-los por tamanhos, cores, país de origem, data de fabrico, fabricante, material de que são feitas, tipo de brincadeira que sugerem, grupo etário a que se destinam ou, ainda, pelo fato de representarem seres vivos ou objetos inanimados.*

Esse tipo de atividade ilustra o que o investigador qualitativo faz ao desenvolver um "sistema de codificação" para organizar os dados. Sendo assim, passamos a explicitar os modos como "arrumamos os montes" advindos de nossa pesquisa de campo.

MARTINS (2001), em seu trabalho de pesquisa, trabalhou com setenta e cinco depoimentos entre professores e alunos do curso de licenciatura em Matemática da UNESP-Bauru. Em sua pesquisa, extraiu "unidades de significado" que se caracterizaram por ser partes (ou frases) significativas de acordo com as questões de seu interesse. Os elementos "comuns" nos depoimentos constituíram-se no que chamou de "grupos de significados". Dos elementos semelhantes destes últimos, surgiram então os "grupos de convergência", advindos de grupos de significado, segundo sua ótica interpretativa.

Nossa análise foi realizada em três momentos: no primeiro, a leitura dos questionários propiciou selecionar e dividir as perguntas em grupos, que satisfazem ou são significativas às questões norteadoras deste trabalho de

pesquisa. No segundo momento analisamos as respostas e, devido as suas semelhanças, pudemos visualizar elementos comuns, os quais denominaremos de "Unidades de Significado" e "Grupos de significados" . No terceiro, foram analisadas as anotações realizadas pelo professor, relativas às atitudes docentes e discentes ocorridos durante o curso. Esses registros de observações se constituíram num "diário de bordo" onde foram anotados os momentos ou questões de maior relevância referentes ao curso em si, às estratégias aplicadas e as respostas dos alunos frente a sua utilização.

## **6.2 - Categorias de Análise.**

A nossa tentativa preliminar de análise foi sendo construída em torno de três categorias, as quais foram se delineando ao longo da pesquisa numa relação com a área temática e com a definição dos objetivos da investigação. Dado que a nossa pergunta de pesquisa focaliza tanto a atitude do professor frente às possibilidades de levar o educando a aprender as relações do Cálculo Numérico pela via da modelagem matemática como a educação ambiental neste processo, as categorias de análise foram assim definidas: a) os processos de interpretação/tradução dos problemas formulados em modelos matemáticos e/ou linguagem de programação; b) a interação professor, aluno e conteúdo e, c) a influência na mudança de aproveitamento/envolvimento na disciplina de Cálculo Numérico, desde que o procedimento de ensino é a modelagem matemática no âmbito dos fenômenos ambientais.

De acordo com nosso olhar, a questão da dificuldade de interpretação do problema e da relação com um modelo matemático, pode ser um reflexo da inexistência dessa prática nas disciplinas que compõem a grade curricular. De acordo com nossa observação com relação às outras disciplinas do curso de Licenciatura em Matemática, as aulas são, na sua grande maioria, ministradas de maneira tradicional e eminentemente expositivas. De modo geral

não são desenvolvidos com os alunos, ao longo do curso processos, que o levem a correlacionar fatos ou problemas com aplicações do assunto ou tópico que está aprendendo. As verificações escritas, instrumentos destinados a mensurar o conhecimento retido pelo aluno, são aplicadas em sua maioria como exercícios semelhantes àqueles expostos em sala de aula, sem exigir que o aluno reflita sobre sua aplicação. Parece que, tudo se passa, como se o curso de licenciatura, nesta instituição, fosse apenas um conjunto de disciplinas que "arrebanha" uma gama de conhecimentos dispersos, desconexos e sem nenhuma possível relação com a realidade do futuro professor ou ainda, de seus futuros alunos.

A dificuldade de codificação dos modelos em alguma linguagem algorítmica, também se constituiu como um foco de discussão/análise, entre outros motivos, se mostra como um problema de inadequação da grade curricular tanto frente às necessidades do curso como do mercado de trabalho. De fato, o curso de Licenciatura, em suas disciplinas básicas de informática, inclui apenas tópicos relativos a processadores de texto e planilhas eletrônicas. Não há qualquer preocupação com algoritmos, aplicativos ou a exposição de alguma linguagem de programação.

Ao longo do curso, ocorreram situações em sala de aula que levaram-nos a refletir sobre pontos relevantes frente a questão aprendizagem/ensino. Passamos a destacar alguns trechos considerados mais significativos. Na maioria dos casos descrevemos procedimentos algébricos e computacionais realizados pelos alunos, transcrevemos as etapas por eles percorridas, com alguns detalhes de narrativa.

Quando apresentamos em sala de aula, uma discussão sobre "zero de funções", foi introduzido o teorema que garante a ocorrência de pelo menos uma raiz no intervalo considerado, ou, *...seja  $f(x)$  uma função contínua num intervalo  $[a,b]$ , se  $f(a).f(b) < 0$  então existe pelo menos um ponto  $x = \xi$  entre  $a$  e  $b$  que é zero de  $f(x)$ .*

Na aula seguinte foi iniciada uma prática no laboratório. Antes da realização do projeto nº 1, solicitamos aos grupos de alunos que escrevessem pequenos programas que gerassem curvas polinomiais e identificassem as raízes e os intervalos somente recorrendo a visualização. Um dos grupos escolheu a função  $f(x) = x^2$  e escreveu, então, o seguinte programa :

```
>x = linspace (-5,5,100);  
>p = [ 1 0 0];  
>y = polyval (p,x);  
>plot (x,y)
```

O gráfico gerado por esse programa encontra-se na FIG. 6.1

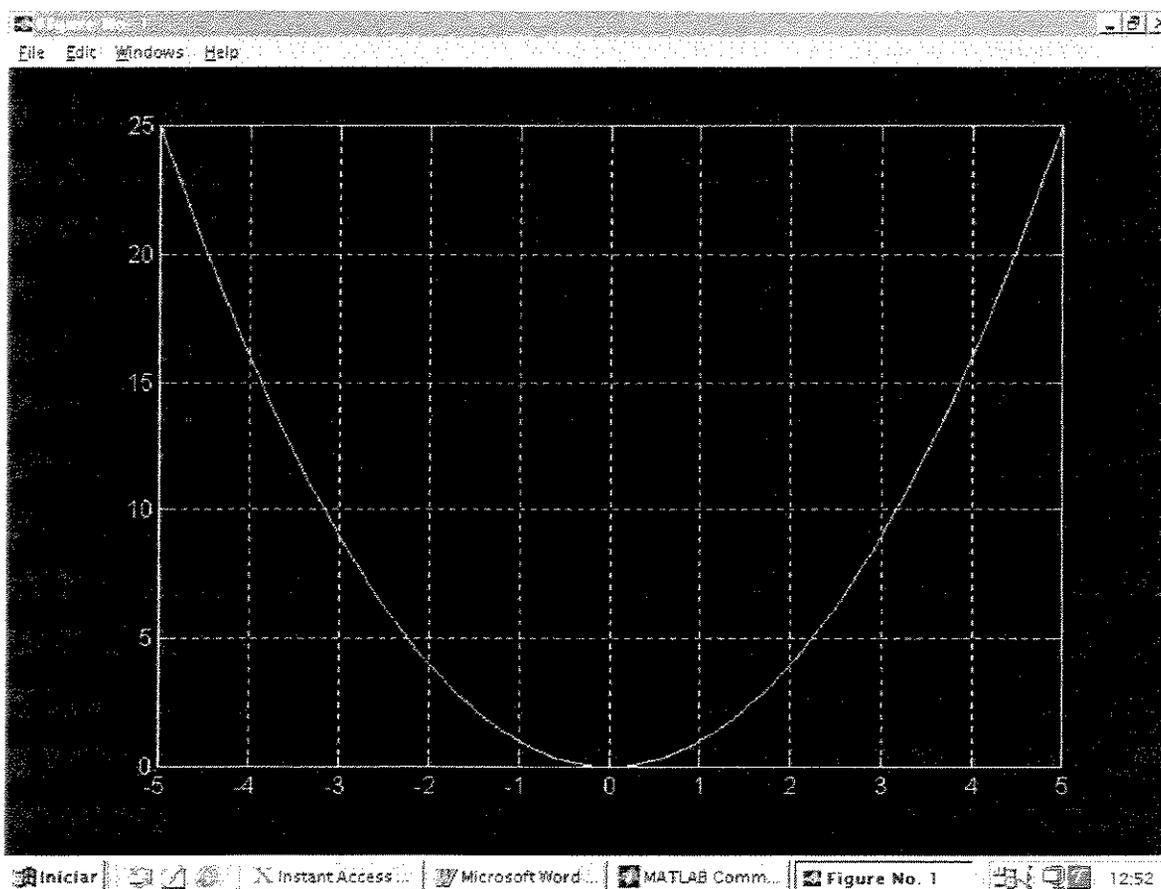


FIGURA 6.1 - Curva gerada por um grupo de alunos para  $f(x) = x^2$ .

Os alunos perceberam, de ante-mão, que  $x = 0$  era raiz da função e a visualização do gráfico confirmava isso, porém com uma simples observação da mesma figura, notaram que qualquer intervalo  $[a,b]$  contendo "0",  $f(a).f(b) > 0$ . O grupo agitou-se, pois aparentemente estavam diante de uma contradição. A presença do professor foi solicitada e a conclusão a que chegamos, naquele instante e após alguma reflexão em conjunto, foi a de que uma análise gráfica do comportamento da função em estudo é sempre importante, não bastando somente nos apoiarmos nos teoremas. Esta situação nos pareceu especialmente importante, como ressalta RUGGIERO e LOPES (1988), na medida em que os educandos, por meio de um artifício computacional, puderam não só contestar uma "verdade" exposta pelo professor, mas também argumentar/discutir sobre ela. É bem verdade que a contradição é apenas aparente, visto o fato de **A** implicar em **B** não leva à implicação inversa. De fato, a lógica proposicional clássica garante apenas que  $A \Rightarrow B$  igualmente a  $\sim B \Rightarrow \sim A$ . No entanto, o questionamento dos alunos, ainda que baseado num equívoco infelizmente muito comum ( confusão entre teses e hipóteses) deve ser destacado pelo fato do referido questionamento Ter ocorrido com relação a uma verdade que deveria ser inquestionável: a do professor.

Outra situação que nos pareceu relevante ocorreu quando abordamos o assunto *ajuste de curvas* pelo método dos quadrados mínimos. Foi mostrado aos educandos a necessidade de se ajustar uma função que fosse uma "boa aproximação" para os valores tabelados e que nos permitisse extrapolar com certa margem de segurança.

Ainda na sala de aula, logo após a apresentação do conteúdo, foi proposto um exercício exemplo. Nesse exercício era pedido aos educandos que obtivessem os coeficientes angular e linear da melhor reta, ou modelo matemático, que melhor se ajustasse aos dados. O problema foi proposto como sendo de resultados obtidos num laboratório para medição de um fenômeno físico. Esses

dados estão registrados na TAB. 6.1. Os alunos, então, esboçaram o diagrama de dispersão e logo notaram o não alinhamento dos pontos. Imediatamente surgiu a seguinte dúvida: *onde seria o melhor "lugar" para a reta procurada?* O conceito "da menor distância" dos pontos até a reta não havia ficado claro. A partir daí não houve mais tempo para discussão e a questão ficou para o encontro seguinte que seria no laboratório. Na semana seguinte, já no laboratório, antes de se tratarmos propriamente do projeto de nº 5, solicitamos aos alunos que elaborassem um programa que mostrasse, inicialmente, os dados a ser trabalhados da aula anterior, ou seja, o diagrama de dispersão.

TABELA 6.1 - Dados do exercício proposto.

X	0	1	2	3	4	6
F(x)	1.5	2	1.75	2.5	2.4	3.2

O programa em MATLAB que gera o respectivo diagrama de dispersão está listado a seguir e o diagrama de dispersão é mostrado na FIG. 6.2:

```
> x = [ 0 1 2 3 4 6];  
> y = [1.5 2 1.75 2.5 2.4 3.2];  
> plot (x,y,' y **')
```

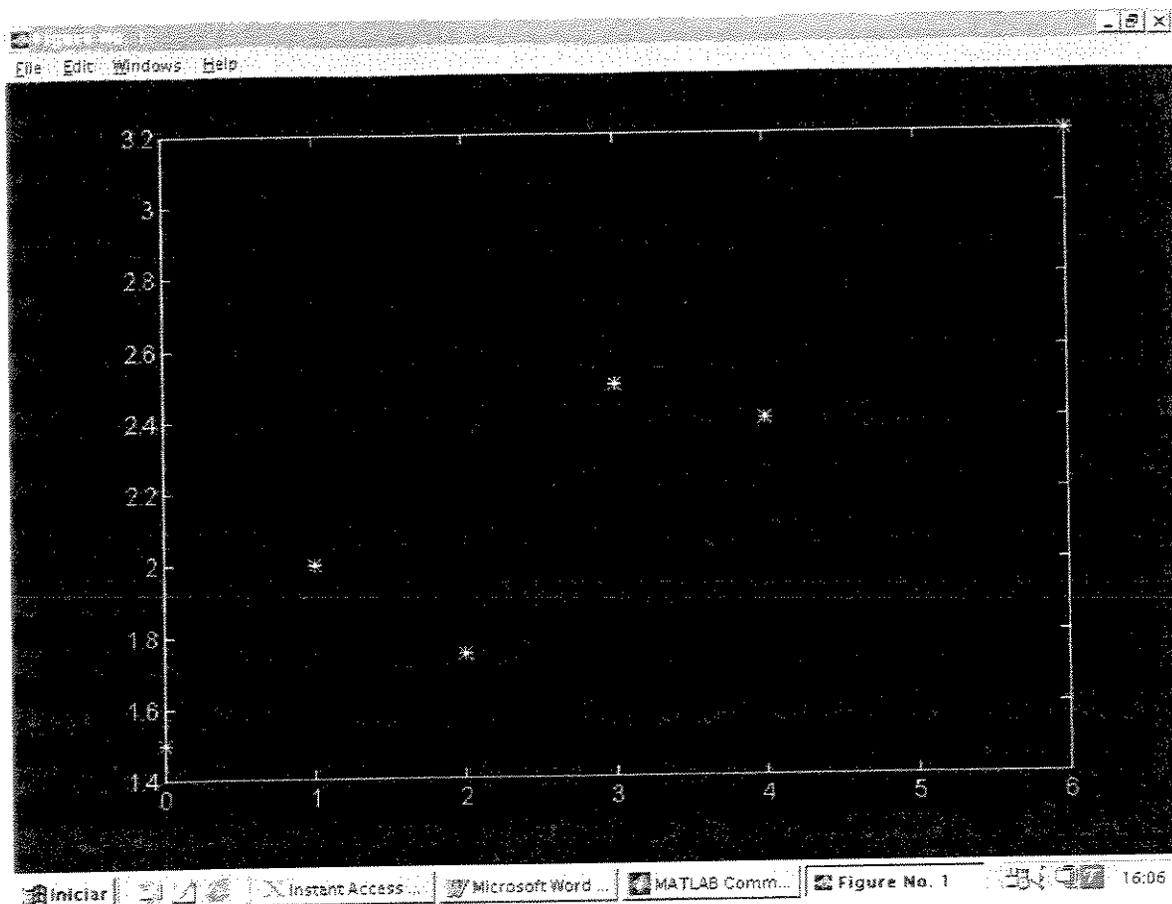


FIGURA 6.2 - Diagrama de dispersão gerado pela tabela 6.1.

Os educandos sabiam, de modo teórico pelo menos, que o melhor ajuste de curva ou modelo matemático, seria aquele que estivesse à menor distância de cada um dos pontos do diagrama de dispersão. Havia uma dúvida entre os alunos, como já mencionado, em *enxergar* o conceito de "menor distância" ou seja, o lugar geométrico ótimo. Quando o professor foi chamado, após discussão com o grupo, encaminhou uma questão. Pediu que imaginassem a reta como sendo um "fio finíssimo de aço" e os pontos como "poderosos imãs pontuais", de modo que o melhor lugar geométrico "do fio" estaria no "equilíbrio" das forças resultantes entre os "imãs". Após esta abstração, nos pareceu que o conceito ficou compreendido pela turma. Neste ponto a idéia da interpretação do formalismo matemático, por meio da comparação com o "concreto", nos pareceu



Transformaram então o sistema no modelo matricial do tipo  $A x = b$ , obtendo:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 4 & 8 & 16 & 32 \\ 1 & 4 & 16 & 64 & 256 & 1024 \\ 1 & 6 & 36 & 216 & 1296 & 7776 \\ 1 & 8 & 64 & 512 & 4096 & 32768 \\ 1 & 10 & 100 & 1000 & 10000 & 100000 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 10\ 000 \\ 3\ 000 \\ 400 \\ 110 \\ 54 \\ 30 \end{pmatrix}$$

a seguir, os grupos passaram a codificar o modelo matricial na linguagem MATLAB, originando o seguinte programa:

```
>A = [1 1 1 1 1 1; 1 2 4 8 16 32; 1 4 16 4^3 4^4 4^5; 1 6 36 6^3 6^4 6^5; 1 8 64 8^3 8^4 8^5; 1 10 100 1000 10000 100000];
>b = [10000; 3000; 400; 110; 54; 30];
>x = A\b
```

como resultado do processamento, obtiveram os 6 coeficientes e o polinômio de grau cinco foi montado:

$$p(x) = [ 2.6783 - 2.3925 x + 0.8486 x^2 - 0.1462 x^3 + 0.0121 x^4 - 0.0004 x^5 ] 1.10^4$$

Uma vez determinado o polinômio, a solução do problema seria imediata com a substituição do valor 8.75 na variável  $x$ , pois a pergunta do projeto se constituía na determinação do número de coliformes fecais para aquela dosagem de cloro. Substituindo então no polinômio, vem:

$$p(8.75) = - 8.160,9$$

ou seja, para uma dosagem de cloro de 8.75 mg/l, deveria haver -8.160,9 coliformes fecais residuais/100 ml. Este resultado, além de inesperado, causou desconforto na turma uma vez que todos os procedimentos preconizados pela teoria haviam sido rigorosamente seguidos. A solução via MATLAB através do comando *interp1*, que interpola um valor dentro de um conjunto de dados conhecidos através de uma *spline*, apresentou o valor de **75,8187** coliformes/100 ml. Os grupos trocaram resultados entre si e, após uma pequena discussão, as perguntas foram :- *O que aconteceu?, O que deu errado?*

O professor foi chamado e explicou que, em se tratando de um polinômio de grau cinco, este estaria apresentando o fenômeno de "Runge" que, entre outras características, faz com que o polinômio apresente anomalias em seu comportamento, podendo apresentar inconsistências em certos intervalos. A classe se mostrou inconformada em saber que a teoria não fornece em geral uma boa resposta para polinômios de grau maior que quatro. Neste ponto o professor perguntou para a classe: *O que fazer, então, nesses casos?, Devemos "apelar" sempre para um aplicativos como o MATLAB ?*

Após algum silêncio o professor sugeriu que o estudo do comportamento dos pontos, pelo diagrama de dispersão, seria um bom começo acrescidos de uma boa dose de raciocínio e bom senso.

Esta situação vivenciada em aula nos pareceu importante dada a sua riqueza na contribuição para o entendimento do tópico em questão. As reflexões e questionamentos advindos das surpresas entre os resultados esperados e construídos por meio dos procedimentos embasados na teoria e os efetivamente obtidos a partir do pacote adotado, contribuíram de maneira relevante para a construção do conhecimento em foco.

Nas três situações descritas, além de outras que não foram aqui destacadas, podemos observar que as questões levantadas pelos educandos

foram pertinentes tanto no aspecto formal, em termos do conteúdo programático, quanto na visualização dos conceitos. Vale aqui destacar a importância da intervenção do professor/pesquisador, nessas oportunidades. Tal ação nos pareceu valiosa não só para a elucidação das dúvidas, mas também no encaminhamento do raciocínio frente às questões estudadas. Não podemos mensurar as mudanças ocorridas no espírito crítico dos alunos com relação às questões ambientais, entretanto, quando as questões (projetos) relativas ao meio ambiente foram tratadas, pelo menos naquele momento, o nível de questionamento revelou um novo olhar, frente aos fenômenos ambientais que fazem parte do seu dia a dia.

De modo a discutirmos a influência na mudança de aproveitamento/envolvimento na disciplina de Cálculo Numérico, utilizamos a metodologia preconizada por MARTINS (2001), já discutida anteriormente, em que o autor trabalhou com 75 depoimentos entre professores e alunos segundo suas questões de interesse. No presente trabalho de pesquisa coletamos treze respostas<sup>2</sup> referentes à questão 4 do questionário nº 4, ou seja, ("O que você acha da estratégia do professor em usar modelos matemáticos com enfoque em fenômenos ambientais?"). Passamos a agrupar parte das respostas em "unidades de significado"<sup>3</sup> e a seguir, em "grupos de significado" segundo sua semelhança, que agrupamos de modo a adequar à fala do professor/pesquisador. Chamaremos de "US" e "GS" as várias unidades e grupos de significado, respectivamente. Transcrevemos a seguir as unidades de significado extraídas das respostas do questionário já citado:

US 1 - "*aproxima a realidade do aluno*"

US 2 - "*informativo*"

US 3 - "*aproxima a realidade do aluno*"

US 4 - "*legal*"

---

<sup>2</sup> Cinco alunos, por diferentes motivos, não entregaram suas respostas.

<sup>3</sup> Devido a classe ser reduzida cada grupo de significado foi composto por um mínimo de duas unidades de significado.

US 5 - *"excelente trabalho"*

US 6 - *"mostra onde está presente a matemática em nosso dia a dia"*

US 7 - *"bastante interessante"*

US 8 - *"estratégia válida devido ao assunto estar presente no nosso dia a dia, ser atual e despertar consciência para preservação ecológica"*

US 9 - *"muito interessante e produtivo"*

US 10 - *"muito bom e coerente para a matéria"*

US 11 - *"criativo"*

US 12 - *"dá ênfase para um conhecimento mais amplo sobre o assunto"*

US 13 - *"amplia a compreensão do aluno"*

Agrupando-se as unidades de significado (US) segundo sua semelhança, podemos criar pelo menos quatro grupos de significado (GS):

GS I - Este grupo de significado é composto pelas unidades de significado US 1 e US 3 que expressam o "sentimento" da aproximação do curso (licenciatura) com os problemas de seu meio ambiente (projetos).

GS II - unidades de significado US 6 e US 8 que se referem a aplicação dos conceitos da Matemática (Cálculo Numérico) no dia a dia do aluno.

GS III - refere-se às unidades de significado US 11, US 12 e US 13 que apontam os projetos como contribuição na compreensão/interpretação do aluno com relação ao curso.

GS IV - unidades de significado US 4, US 7 e US 9 que revelam que a motivação contribuiu para o melhor aproveitamento da aula.

Os grupos de significado, construídos a partir das unidades de significado, mostram uma atitude positiva dos alunos frente ao aproveitamento/envolvimento com o curso, em relação à estratégia de utilização de modelagem em fenômenos ambientais. A modelagem com a aplicação dos projetos permitiu não só a utilização do computador e o aplicativo MATLAB, mas também ensejou a aproximação da Matemática e os fenômenos ambientais ao dia a dia do aluno e sua aplicação prática. As simulações numéricas contribuíram fortemente para a visualização dos conceitos, tornando a aula, de algum modo, mais atrativa e motivadora tanto para os alunos quanto para o professor. O fato da execução dos projetos no laboratório de informática ter sido realizado em grupos de alunos com a respectiva troca de informação entre os elementos de cada grupo e entre grupos, propiciou a construção em conjunto dos saberes. Todos esses fatores, quando analisados como um todo, revelam uma influência significativa no envolvimento/aproveitamento com o Cálculo Numérico. Diante de nossa proposta em analisar qualitativamente os dados, não foi objetivo deste trabalho de pesquisa medir o *quantum* com relação ao aproveitamento/rendimento dos alunos, embora o tenhamos realizado para efeito de promoção conforme as normas da instituição.

### **6.3 - Desafios e ajustes.**

Durante a realização deste trabalho encontramos algumas dificuldades, das mais variadas origens e que, apesar de superadas ou contornadas, afetaram de diferentes modos o desenvolvimento da pesquisa. Passaremos agora a discuti-las.

#### **➤ O aplicativo numérico.**

Embora não seja uma nomenclatura rígida, costuma-se denominar informalmente de *software* a um conjunto pré estabelecido de comandos que

executam tarefas determinadas. Assim o *software* "EUREKA" permitia obter raízes de polinômios, traçar gráficos de funções e até resolver sistemas não lineares de pequeno porte. Chamamos de "aplicativo" (MACHADO 2003) a um ambiente que permite além do recurso de execução de tarefa pré determinadas a utilização de uma linguagem de programação que permita a combinação dessas tarefas com outros comandos. Nesse âmbito, podemos citar o MATLAB, MATHEMATICA, MAPLE, MPM, citando apenas alguns. Todos os projetos relacionados neste texto foram efetuados com MATLAB.

### ➤ **Parque de Equipamentos.**

Os microcomputadores existentes nos laboratórios de informática apresentavam microprocessadores 386 e não continham o co-processador matemático, elemento indispensável para o processamento do MATLAB. Mais uma vez demandou-se algum tempo para aquisição de novos equipamentos compatíveis com a utilização da linguagem de programação.

Este aplicativo incorpora a linguagem de programação denominada Pascal e foi escolhido não somente por sua simplicidade de uso, mas também por seu alto desempenho no tratamento dos projetos que utilizavam análises gráficas e exigiam um tratamento matricial. Também foi considerado o baixíssimo custo da versão do estudante ('EDU'), não mais disponível hoje, para aplicativos desse nível de qualidade. A instituição, até então, nunca havia utilizado este tipo de recurso, ou qualquer outro em sua grade curricular, como ferramental de apoio. Demandou-se algum tempo para a conscientização, por parte da direção e da instituição, da necessidade de modernização dos laboratórios de informática e conseqüente aquisição de recursos.

### ➤ **As disciplinas de Programação na Grade Curricular.**

A grade curricular não apresentava em sua malha disciplinas voltadas para o estudo ou desenvolvimento de programação de computadores. As disciplinas de Informática limitavam-se ao ensino dos fundamentos de processadores de texto (*Word*) e planilhas eletrônicas (Excel). Sendo assim, tornou-se necessário ministrar um mini-curso com os fundamentos da linguagem usada no aplicativo, dentro da disciplina de Cálculo Numérico, de modo a habilitar os alunos a trabalhar com os projetos e suas respectivas simulações numéricas.

### ➤ **O curso noturno.**

O curso de Licenciatura em Matemática da Fundação de Ensino Octávio Bastos, como já foi visto, era estruturado em quatro anos com as disciplinas oferecidas somente no período noturno. Desse modo os alunos não dispunham de tempo nem para o treinamento da referida linguagem de programação e tão pouco para as simulações dos projetos propostos, junto aos microcomputadores. Portanto, a única prática possível era aquela restrita ao horários das aulas da disciplina de Cálculo Numérico, reservadas para essa finalidade.

### ➤ **O professor como único regente.**

Durante as aulas de laboratório, o professor era o único para o atendimento de dúvidas de programação dos projetos e até mesmo de digitação. Este fato gerava certo desconforto na turma pois o número de dúvidas entre os grupos era grande e não havia monitores. Isso ocasionava, dependendo do projeto, a quebra do ritmo da aula a conseqüente perda de produção e um tempo

maior do que o previsto para a conclusão do assunto. Por outro lado, a própria atividade escolar acontecia num ambiente de intenso trabalho mas de pouco do que se chama de "disciplina" remetendo-nos a uma crítica deste conceito face ao aproveitamento da turma.

➤ **A demanda de tempo.**

A inclusão da programação de computadores e do uso de aplicativos numéricos de modelos matemáticos e de aulas práticas de laboratório, sem a estrutura necessária como tempo extra-clase para prática, monitores disponíveis e falta de disciplinas na grade curricular ligadas à programação, conforme já discutido, no somatório final, ocasionou uma demanda de tempo além da prevista no plano de curso original. Esse fato, por consequência, exigiu a reestruturação do curso com o corte de alguns conteúdos previstos para o final do ano. O plano de curso proposto por ocasião do planejamento encontra-se no ANEXO III. Isto, porém, tem que ser considerado à luz do fato de que se substituiu uma maior transmissão de informação por uma efetiva prática de apossar-se de conceitos matemáticos e seu uso.

## CAPÍTULO 7

### CONSIDERAÇÕES FINAIS: UMA CONCLUSÃO EM PROCESSO

As três categorias de análise, ou eixos temáticos, foram gerados pelos dados obtidos a partir dos questionários, anotações do diário de bordo ao longo da pesquisa e discussões periódicas. Através de sua análise e reflexão pudemos estabelecer as seguintes conclusões:

- a) a inclusão da problemática ambiental nas atividades de ensino/aprendizagem revelou que esta estratégia de ensino pode e deve ser aplicada uma vez que o aluno tenha se mostrado interessado e atraído pela temática da aula. Este interesse nasce não só pela utilização do computador e do uso de um aplicativo nas simulações numéricas e gráficas, mas também pela aplicação dos conceitos de Matemática em situações do dia-a-dia do aluno que envolvem questões sociais ambientais. Neste contexto, o envolvimento/aproveitamento dos alunos na compreensão dos tópicos foi significativo dados os questionamentos e reflexões ocorridos tanto na sala de aula quanto no laboratório de informática.

- b) a introdução da modelação dos fenômenos ambientais no curso de Cálculo Numérico mostrou que o professor/pesquisador, ao aplicar essa estratégia, deveria ter seu curso totalmente reestruturado uma vez que foi "treinado", ainda enquanto aluno, a reger a aula de maneira tradicional, como reproduzidor dos tópicos tal qual eram apresentados na bibliografia ou livro texto adotados. A aula teve, portanto, que evoluir de modo a dar condições à utilização de microcomputadores, *softwares* específicos, trabalho com dinâmica de grupo e modelagem matemática. Sem dúvida alguma o professor foi mais solicitado enquanto regente, mas também experimentou uma transformação, juntamente com o curso: após o trabalho de pesquisa, também construiu novos saberes e competências.
- c) É plenamente possível utilizar a modelação matemática enfocando fenômenos ambientais, enquanto prática pedagógica, no curso de Cálculo Numérico. Entretanto alguns fatores devem ser observados de modo a tornar o curso mais produtivo, ou seja, quando o educando se sente motivado/incomodado por um problema tem seu rendimento sensivelmente aumentado dado o nível de questionamentos e reflexões gerados tanto em sala de aula quanto no laboratório de informática, independentemente de sua preocupação com a nota necessária para sua aprovação ou com o exame de conclusão de curso (o "provão"). O educando se envolve com a disciplina por que quer "resolver" o problema.
- d) Os alunos do curso de licenciatura em Matemática, da FEOB, apresentam dificuldades na interpretação de um problema não matemático e sua correspondente associação a um modelo.
- e) A introdução de uma estratégia de aprendizagem/ensino que privilegie a prática/aplicação no estudo da Matemática pode influenciar, positivamente, atitudes discentes no envolvimento/aproveitamento da disciplina, bem como de

outras correlatas. Esta observação, em particular, coincide com os resultados obtidos por CALDEIRA 1998.

Ao trabalhar dentro da perspectiva dessa pesquisa recomendamos que a grade curricular do curso de licenciatura deva ser remanejada de modo a oferecer o conhecimento de aplicativos e linguagens de programação, preferencialmente anteriores ao curso de Cálculo Numérico. Além disso, devem ser criadas condições para que os alunos tenham oportunidade de testar seus conceitos e programas no laboratório de informática fora do horário específico de aula, ou seja, os recursos computacionais devem ser disponibilizados. No decorrer do trabalho ficou evidente a necessidade de que monitores devem acompanhar o trabalho dos alunos, juntamente com o professor, nas aulas práticas. Seria desejável também que a carga horária da disciplina de Cálculo Numérico fosse ampliada e os professores das demais disciplinas, que compõem a grade curricular, fossem incentivados a introduzir em seu curso encaminhamentos de ensino/aprendizagem que privilegiassem a aplicação dos conceitos matemáticos no dia a dia dos alunos.

## CAPÍTULO 8

### BIBLIOGRAFIA

ACOT, P..**Historia da Ecologia**. Ed. Campus, 1990.Rj

ALBRECHT. D. et all. The New Enviroment Paradgm Scale. **The journal of education**. V13, n3, Spr 1982. p39-43.

BAEZ, A.V. et all. **The enviroment and science and thecnology education..** Pergamon Press. Great Britain. 1987

BARBIER, R., **Pesquisa-Ação na Instituição Educativa..** Jorge Zahar Editor, Rio de Janeiro, RJ. 1977.

BARRETO, Aristides C., **Mathematical Education based on interdisciplinary models: a viable strategy for the third world**, manuscrito, 1984.

BASSANEZI, R. C. & FERREIRA, W.C., **Equações Diferenciais com Aplicações**, Ed. Harbra, São Paulo, 1988.

BASSANEZI, R. C., **Modelagem Matemática**, Ed. Contexto, São Paulo, 2000.

- BASSANEZI, R. C., Modelagem Matemática como metodologia do ensino de Matemática. **Actas de la Séptima CIAEM**, San Domingos: Enseñanza Científica y Tecnológica, Colecion de Documentos, nº 37, 1990.
- BECKER, F. **A Epistemologia do Professor**: o cotidiano da escola. Petrópolis: Vozes, 1993.
- BERRY, M.F..The pressim need for enviromental education. **USA today**. V107, n2408, May 1979.p 50-2.
- BERNA, V., **Concepções sobre Ecologia**, Jornal do Brasil, 1990.
- BIEMBENGUT, M. S., Qualidade no ensino de Matemática na Engenharia: uma Proposta Metodológica e Curricular, tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis,SC, 1997.
- BLUM,A.E., Science education programs in and outside the United States. **International review of education**. V26, n1,1980. p76-80.
- BOCHNIAK,R.. O questionamento da interdisciplinaridade e a produção do seu conhecimento na escola. In: FAZENDA, I. (org.) **Práticas interdisciplinares na escola**. São Paulo, Cortez, 1991.p129-141.
- BODGDAN, R. e BIKLEN, S., **Investigação Qualitativa em Educação**. Porto Ed., 1994.
- BRANCO, L.C., Construtivismo na Prática Pedagógica - Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas, Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, 1990

BRENNAN, A.. Enviromental awareness and liberal education. **British journal of education studies**. V.39., n3, Aug.1991. p279-298.

BURCHES, D.N. e Borrie, M.S., **Modelling with differential equations**. John Wiley & Sons, Great Britain,1981.

Conceitos para Fazer Educação Ambiental - Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo - SP, 2000.

COOK, T e REICHARDT, C (eds.). **Qualitative and Quantitative Methds in Evaluation Research**. Vol. 1, London: Sage, 1985.

COSTA, N. C. A., **Interpretaciones y modelos en ciencia**, Revista Universitária, Universidad Católica do Chile, 1985.

CARRERA, A. C. S. **A Educação Matemática e a questão ambiental**. Temas Debates, Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 5, p.21-28,1994.

---

\_\_\_\_\_ **O sujeito da Paisagem** - Tese de Livre Docência, instituto de Biociências, UNESP, Rio Claro, 2001.

CETESB, São Paulo. **Água, lixo e meio ambiente**. 2º ed., SP, CETESB,1988.

CUNHA, M.L., et al. **O ensino de Cálculo com o auxílio da Informática**. In: Ccongresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional (CNMAC), 1997, Gramado, Anais... Gramado,1997.

DENZIN, N e LINCOLN, Y., **Handbook of Qualitative Research**. London: Sage,1994.

- D'AMBROSIO, Ubiratan. **Da realidade á ação, reflexões sobre educação e Matemática.** Summus Editorial, São Paulo, Ed. UNICAMP, Campinas, 1986
- D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática.** Ed. Atica., São Paulo, 1993
- D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação Matemática.** Summus Editorial, São Paulo, Ed. UNICAMP, Campinas, 1997.
- DI BERNARDO, L. , **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água,** 1 ed. Rio de Janeiro, 496 p., ABES, 1993.
- DAVIS, P. J. & HERSH, R., **A Experiência Matemática,** Livr. Francisco Alves Edit. S.A., Rio de Janeiro, R.J., 1985.
- DIAS, G.F., **Educação Ambiental: princípios e práticas.** Ed Gaia/Global. São Paulo, 1992.
- FREITAS, L.C. de A questão da interdisciplinaridade: notas para a reformulação dos cursos de pedagogia. **Educação e Sociedade.** Ago 1989. p105-131.
- GARNICA, A V M., **Professor e Professor de Matemática: das informações que se tem a acerca da formação que se espera.** In Revista da Faculdade de Educação. São Paulo, 2000, USP.
- HABERMAN, R., **Mathematical Models.** Prentice Hall Inc., N. Jersey, 1977
- LEITHOLD, L, **O Cálculo com geometria analítica.** São Paulo, Harper & How do Brasil, 1977, 928p.

LÜDKE, M., ANDRÉ, M.E.D.A - **Pesquisa em Educação**, EPU, São Paulo, 1986

KAPUR, J.N., **The art of teaching the art of mathematical modelling**, Int. J. Edc. Sci. Technol., vol.13, 1982, p.185-192.

KLINE, M., **O Fracasso da Matemática Moderna**. São Paulo: IBRASA, 1976.

MACHADO, N. J., **Cidadania e Educação**, São Paulo, Escrituras Editora, 1997, p.189

MAKI, D. & THOMPSON, M., **Mathematical models and applications**. Prantice- Hall, Inc, New Jersey, 1983.

MAZZOTI, A J A . **O Método das Ciências Naturais - Pesquisa Qualitativa e Quantitativa**. São Paulo: Pioneira, 1998.

MARTINS, R. M., **Projeto Pedagógico e Licenciatura em Matemática: Um Estudo de Caso**, Tese de mestrado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, Unesp, 2001.

MENDONÇA, M. C. D., **Problematização: Um caminho a ser percorrido em Educação Matemática**, Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, Unicamp, 1993.

MONTESSORI, Maria. **Pedagogia Científica**. Ed. Flamboyant, São Paulo, 1965.

MORENO-ARMELLA, L & WALDEGG, G. Constructivism and mathematical education. **Int. J. Math. Educ. Sci. Technol.**, 24(5) p. 653-661, 1992

- MORRIS, W. T. , **"On art of modelling"**, Management Science, vol. 13, 1967 p. 185-192
- MULLER, M.C., **Modelos Matemáticos no ensino da Matemática.** Dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação, UNICAMP, 1996.
- PALIS, Gilda R., **Computadores em Cálculo uma alternativa que não se justifica por si mesma.** Temas e Debates, V.8, nº 6,1995.
- PAPERT, S., **Logo: Computadores e Educação**, Ed. Brasiliense, São Paulo, 1986.
- PATTON, M.Q., **Qualitative Evaluation and Research Methods.** California: Sage Publications, 1990
- PORTO, M. R. S., **Função social da escola.** SP. Ed. Atlas, 1987
- PENTEADO, H. D., **Meio Ambiente e Formação de Professores**, Cortez Editora, SP, 1994, 120 p.
- PISKOUNOV, N., **Cálculo Diferencial e Integral**, Vol. 1, Lopes da Silva Editora, Porto, , 519 p. 1975.
- RICHARDSON, J., **Técnicas em pesquisa Social**, Ed. Atlas, São Paulo, 1942.
- SILVA, A. M., **Um modelo de ensino de Cálculo Diferencial e Integral Utilizando Aplicações às disciplinas: Biologia, Física, e Química.** Dissertação de mestrado, IMECC-UNICAMP, 1979.

SOUZA JR. A. J., **Trabalho Coletivo na Universidade**, Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, Unicamp, 2000.

SLOYER, C et all, **Advances and Perspectives in The Teaching of Mathematical Modelling and APplications**, Water Street Mathmatics, Yorklyn, 1995, 334 p.

STAHL, N.S.P. - Influência do Uso de Carvão Ativado em Pó na coagulação-Floculação de Águas de Abastecimento. Dissertação de Mestrado, **Faculdade de Engenharia Civil da Universidade de Campinas, UNICAMP, 1996.**

WILDER, R.L., "**Mathmatics and its relations to other disciplines**", Mathematics teacher, , p. 679-685, dec. 1973.

ZOCHE, J.J., **A educação e o meio ambiente.**, Revista de tecnologia e ambiente., UNESC, SC, vol. 1, p.91-102,1995.

**ANEXO I**

**PROJETOS**

## Cálculo Numérico - 4º Ano Matemática

### Projeto nº 1 – Epidemia

O modelo matemático que representa o processo infeccioso de uma epidemia é dado por  $f(t) = 2.21 t^{2.47} \cdot e^{-0.175t} - 15$ . Este modelo foi obtido a partir da verificação de situações reais.

O eixo “y” pode representar o nº de casos (NC) por cada 100, 1000, ou 10000 habitantes, conforme a população em estudo. O eixo “x” representa o tempo, que pode variar de dias para uma gripe, meses para a Hanseníase ou mesmo anos, para a doença de Chagas, por exemplo. Dado uma situação epidêmica, a saúde pública considera que a partir de NC=15 casos, a situação passa de “alerta” para “emergência”, necessitando portanto de medidas, como vacinação. Nosso problema é saber “quando” a situação será revertida passando do estado de “emergência” para o de “aceitável”.

O projeto será realizado em dois momentos distintos. No primeiro, todos farão uma simulação com NC = 15, determinando quando se passará de alerta para aceitável. No segundo, cada aluno fará sua própria simulação, considerando NC como sendo seu próprio número de chamada. Os alunos de números de 1 a 10, terão seu número multiplicado por dez. O aluno de nº 15 deverá considerar NC=35. Se for necessário, use o método gráfico ou a interpolação linear para a determinação do tempo procurado. A apresentação do trabalho deverá ser em grupo, manuscrita e em forma de relatório.

O programa em MATLAB que gera a curva é o seguinte:

```
>> a=2.21;  
>> b=2.47  
>> c= - 0.175;  
>> for i=1:80;  
>> j=i-1;  
>> x(i) = j ;  
>> y(i) = a*(j^b)*exp(c*j);  
>> end  
>> plot (x,y), grid
```

Se você quiser conhecer a tabela de números que gera o gráfico, use o comando:

```
>> [x' y']
```

## Cálculo Numérico - 4º Ano Matemática

### Projeto nº 2 – Baleias Austrais

Uma espécie de baleia conhecida como “Baleia Austral” apresenta a função  $f(\lambda) = \lambda^3 - 0,9 \lambda^2 - 0,6457$  como representante de seu ciclo de vida. Esse Modelo Matemático leva em consideração a variável ( $\lambda$ ) que está intimamente ligada com a taxa de reprodução do rebanho que, por sua vez, também representa as condições e fatores ambientais que interferem diretamente na sua auto sustentação, como oferta de alimento, predadores naturais, caça indiscriminada, desastres ecológicos, etc..

O zero da função  $f(\lambda)$ , ou seja, o valor de ( $\lambda$ ) tomado num intervalo conveniente, pode assumir valores maiores ou menores que 1. No primeiro caso, isto significa que o rebanho em estudo apresenta boas possibilidades de crescimento. Já no segundo caso, o grupo tem poucas chances de prosperar, devendo inclusive se extinguir.

O projeto será realizado em dois momentos distintos. No primeiro, todos farão uma simulação com  $f(\lambda)$  de modo a determinar as condições de existência do rebanho. No segundo, cada aluno fará sua própria simulação, considerando a função  $f(\lambda) = \lambda^3 - 0,9 \lambda^2 - k$ , onde  $K = 0,6457 \cdot n^\circ$  chamada/10. A programação em MATLAB deverá ser feita com base nos programas de geração de curvas para polinômios. A apresentação do trabalho deverá ser em grupo, manuscrita e em forma de relatório.

### PROJETO 3 – SISTEMAS LINEARES

**PROBLEMA:** Necessita-se adubar um terreno acrescentando a cada  $10 \text{ m}^2$ , 140 g de nitrato, 190 g de fosfato e 205 g de potássio.

Dispõe-se de quatro qualidades de adubo com as seguintes características:

i) Cada quilograma do adubo I custa Cr\$ 5,00 e contém 10 g de nitrato, 10 g de fosfato e 100 g de potássio.

ii) Cada quilograma do adubo II custa Cr\$ 6,00 e contém 10 g de nitrato, 100 g de fosfato e 30 g de potássio.

iii) Cada quilograma do adubo III custa Cr\$ 5,00 e contém 50 g de nitrato, 20 g de fosfato e 20 g de potássio.

iv) Cada quilograma do adubo IV custa Cr\$ 15,00 e contém 20g de nitrato, 40 g de fosfato e 35 g de potássio.

Quanto de cada adubo devemos misturar para conseguir o efeito desejado se estamos dispostos a gastar Cr\$ 54,00 a cada  $10 \text{ m}^2$  com a adubação?

**Discussão:** Devido às características específicas do terreno, nenhum adubo disponível no mercado consegue atender suas necessidades. Assim sendo, torna-se necessário dosar quantidades diferentes de cada adubo ( $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ , e  $x_4$ ) de modo a atender o requerido.

**Sugestão:** tente os comandos grid e bar(X) e comente os resultados.

## SL - PROJETO 4

### Problema:

Sabe-se que uma alimentação diária equilibrada em vitaminas deve constar de 170 unidades de vitamina A, 180 unidades de vitamina E, 140 unidades de vitamina C, 180 unidades de vitamina D e 350 unidades de vitamina E.

Com o objetivo de descobrir como deveria ser uma refeição equilibrada, foram estudados cinco alimentos. Fixada a mesma quantidade (1g) de cada alimento, determinou-se que:

i) O alimento 1 tem 1 unidade de vitamina A, 10 unidades de vitamina B, 1 unidade de vitamina C, 2 unidades de vitamina D e 2 unidades de vitamina E.

ii) O alimento II tem 9 unidades de vitamina A, 1 unidade de vitamina B, 0 unidades de vitamina C, 1 unidade de vitamina D e 1 unidade de vitamina E.

iii) O alimento III tem 2 unidades de A, 2 unidades de B, 5 unidades de C, 1 unidade de D e 2 unidades de E.

iv) O alimento IV tem 1 unidade de A, 1 unidade de E, 1 unidade de C, 2 unidades de D e 13 unidades de E.

v) O alimento V tem 1 unidade de A, 1 unidade de B, 1 unidade de C, 9 unidades de D e 2 unidades de E.

Quantos gramas de cada um dos alimentos 1, II, III, IV e V devemos ingerir diariamente para que nossa alimentação esteja equilibrada?

## QM - PROJETO 5

Problema: O Brasil apresenta o seguinte crescimento populacional ao longo dos anos:

Ano	População
1973	101706000
1974	104641500
1975	107145000
1976	109181000
1977	113208500
1979	119670000
1980	123032000
1981	124342600
1984	129660000
1982	135564000
1986	133403000
1987	141302000
1988	144262000
1989	147404000
1990	150363000
1991	151381000
1992	153322000
1993	156493000
1994	159000000
1995	155822000
1996	157872000

O projeto compreende dois momentos. No primeiro, cada grupo utilizará os dados acima para determinar a expressão matemática que mais se adequa aos valores. No segundo, cada grupo utilizará um sub-grupo de quatro pontos, de modo a obter seu próprio ajuste de curva. Os dois exercícios deverão ser executados através da teoria dos "Quadrados Mínimos". No relatório, fazer um comentário analisando os resultados das duas expressões obtidas uma vez que representam o mesmo fenômeno.

A seguir são explicitados os passos de programação em MATLAB para um exercício exemplo: Determinar pelo método dos quadrados mínimos a função matemática que mais se adequa a seguinte tabela:

x	1,3	3,4	5,1	6,8	8,0
F (x)	2,0	5,2	3,8	6,1	5,8

```
x=[1,3 3,4 5,1 6,8 8,0]; % introduz valores das ordenadas
y=[2,0 5,2 3,8 6,1 5,8]; % introduz valores das abscissas
n=1 ; % introduz o grau do polinômio ( no caso, uma reta)
polyfit (x,y,n) % esta função calcula os coeficientes linear e angular da reta pretendida
```

## INTER – Projeto 6

Para se desinfetar esgotos são utilizados diversos métodos. Um deles consiste na aplicação de dosagens de cloro e, após um certo tempo de contato, conta-se o número de coliformes fecais (microrganismos indicadores de contaminação) remanescentes. Em um destes testes de desinfecção realizado em laboratório, para um tempo de contato do cloro no esgoto de 15 minutos, foram obtidos os seguintes resultados:

Dosagem de cloro (mg/l)	1	2	4	6	8	10
Nº de coliformes Fecais residuais/100ml	10000	3000	400	110	54	30

Determine pelo processo de interpolação o número residual de coliformes fecais para uma concentração de cloro de 8.75 mg/l.

Solução: O programa em MATLAB que resolve este exercício utiliza o comando *interp1* que interpola um valor dentro de um conjunto de dados conhecidos. Para isso, utiliza também o comando *spline* que ajusta uma curva polinomial no intervalo de interesse.

```
» clear all % apaga o valor de todas as variáveis anteriores
» dosagem=[1 2 4 6 8 10]; % introduz as dosagens de cloro (mg/l)
» coliformes=[10000 3000 400 110 54 30]; % introduz o número de
coliformes fecais remanescentes (nº/100 ml)
» interp1(dosagem,coliformes,8.75, 'spline' ) % interpola na dosagem
de 5 (mg/l) o nº de coliformes remanescentes
```

Sugestão: use o comando **plot (dosagem, coliformes,'o'), grid** para visualizar a dispersão dos dados.

Determine a curva analiticamente, determine o valor pedido e depois compare com o resultado obtido através do programa em MATLAB. Comente os resultados num relatório.

## INTER – Projeto 7

Um contaminante típico de esgoto industrial presente em mananciais para abastecimento de água é o Fenol. Uma das maneiras de se retirar esta substância pode ser pela adição de carvão ativado em pó (CAP). Em um teste de laboratório, foram adicionadas quantidades diferentes de CAP em quatro jarros contendo água e 50 mg/l de Fenol. Após um tempo de contato, foram medidas as concentrações remanescentes do contaminante. Esses dados encontram-se tabelados. Por estimativa, determine a concentração remanescente de Fenol para uma concentração de 0,8 g de CAP.

Dosagem de CAP (g)	0,5	0,64	1,0	2,0
Concentração de Fenol Remanescente (mg/l)	6	1	0,25	0,08

Utilize como referência o projeto nº 7.

Sugestão: use o comando ***plot (dosagem, fenol, 'o')***, ***grid*** para visualizar a dispersão dos dados.

Determine a curva analiticamente, determine o valor pedido e depois compare com o resultado obtido através do programa em MATLAB. Comente os resultados num relatório.

---

## **ANEXO II**

### **QUESTIONÁRIOS**

## QUESTIONÁRIO nº 01

- 1) O que você entende por Cálculo Numérico, enquanto disciplina?
- 2) O que você espera dessa disciplina?
- 3) O que o Cálculo Numérico, enquanto conteúdo, está se mostrando para você?
- 4) Durante a aula você reconhece momentos diferentes como reflexão, raciocínio, exercícios, aplicação, dinâmica de grupo, etc.?
- 5) O que você entende como sendo uma boa aula de Cálculo Numérico?
- 6) O que você entende como sendo uma aula ruim de Cálculo Numérico?
- 7) Qual seria um comportamento considerado bom de um aluno de Cálculo Numérico?
- 8) Qual seria um comportamento considerado ruim de um aluno de Cálculo Numérico?
- 9) Se necessário, faça um comentário sobre a aula, a disciplina ou mesmo a sua sala, que você considera importante e não foi abordado neste questionário.

## QUESTIONÁRIO Nº 2

1) De acordo com suas concepções, a aula de Cálculo Numérico foi:

a) Ótima ;                      b) Boa;                      c) Regular;                      d) ruim

2) Diante do assunto tratado, a estratégia que o Professor vem utilizando é:

a) Ótima ;                      b) Boa;                      c) Regular;                      d) ruim

3) Diante da proposta do curso de Cálculo Numérico, você acredita que o Professor vem atingindo seus objetivos? Se necessário faça um comentário.

4) Qual a sua sugestão para a melhoria da aula?

### QUESTIONÁRIO Nº 3

- 1) Como as aulas no laboratório de Informática poderiam ser melhoradas?
  
- 2) Em relação a aula propriamente dita, qual a diferença entre a sala de aula tradicional e a aula no laboratório de informática?

## QUESTIONÁRIO Nº 4

- 1) O que você acha da aula no laboratório de informática? Você dispensável?
- 2) A compreensão do assunto ou conteúdo visto em classe lhe parece melhor com o uso dos micros?
- 3) Você acha que exercícios numéricos, típicos de um aula tradicional, são essenciais para a compreensão dos tópicos vistos em classe? Você tem algum comentário sobre essa questão?
- 4) O que você acha da estratégia do professor em usar modelos matemáticos com enfoque em fenômenos ambientais?
- 5) Faça uma crítica geral da aula.

**QUESTIONÁRIO Nº5**

1) As aulas no lab. de informática são:

a) Boas.

Porque.....

b) Mais ou menos.

Porque.....

c) Ruins.

Porque.....

.....

d) Iguais a todas as outras.

Suas sugestões para melhorar são :

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

1) Destaque os projetos de que mais gostou e diga o(s) motivo(s) da escolha:.....

.....  
.....  
.....  
.....

---

2) Destaque também o(s) projeto(s) de que menos gostou e o(s) motivo(s).....

**QUESTIONÁRIO N°6**

1) As aulas ministradas em classe, de maneira tradicional, são:

a) Boas.

Porque.....

b) Mais ou menos.

Porque.....

c) Ruins.

Porque.....

d) Iguais a todas as outras.

1) Quanto as aulas ministradas em classe e no laboratório, você acredita que são:

a) complementares. Porque.....

b) não se complementam. Porque.....

c) a aula em classe é dispensável. Porque.....

d) a aula em laboratório é dispensável.

Porque.....

1) Faça uma crítica geral do curso de Cálculo Numérico. (Use o verso da folha se necessário).

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## **ANEXO III**

### **PLANO DE CURSO DE CÁLCULO NUMÉRICO**

## FUNDAÇÃO DE ENSINO OCTÁVIO BASTOS

### PLANO DE DISCIPLINA

**CURSO:** Matemática

**DISCIPLINA:** Cálculo Numérico

**SÉRIE:** Quarto Ano

**ANO LETIVO:** 1999

**CARGA HORÁRIA SEMANAL:** 02 Horas-Aula

**PROFESSOR RESPONSÁVEL:** Nilson Sergio Peres Stahl

#### **EMENTA:**

A disciplina oferece métodos numéricos como ferramenta para a resolução de problemas que não apresentem solução trivial. A análise numérica, neste curso, terá como enfoque os Fenômenos Ambientais via Modelagem Matemática enfatizando sempre os aspectos computacionais na Matemática Aplicada.

#### **OBJETIVOS GERAIS**

**Da Área:** Preparar os alunos de modo a que possam obter subsídios formativos e informativos que lhes habilitem a exercer o magistério de 1º e 2º graus, bem como oferecer embasamento para as diversas linhas de pesquisa a nível de pós-graduação da área de Ciências ou Matemática.

**Da Disciplina:** Desenvolver no aluno a habilidade de raciocínio e abstração na resolução de problemas não só da área da Matemática mas também de outras disciplinas da área das Ciências Exatas em cursos de graduação e pós-graduação. Prepara-los para transmitir informações e conceitos a seus futuros alunos enfatizando sua aplicação no cotidiano.

## CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- 1 - Noções Básicas Sobre Erros
  - Conversão de Números nos Sistemas Decimal e Binário
  - Aritmética de Ponto Flutuante
  - Erros de arredondamento e truncamento
  
- 2 - Zeros Reais de Funções Reais
  - Isolamento de raízes
  - Refinamento
  - Critério de parada

Métodos iterativos

  - I – Método da Bissecção
  - II – Método de Newton-Raphson
  - III – Método da Secante
  
- 3 - Resolução de Sistemas Lineares
  - Método de Eliminação de Gauss (método direto)
  - Fatoração LU
  - Método Iterativo de Gauss-Jacobi
  - Método Iterativo de Gauss-Seidel
  
- 4 – Interpolação
  - Interpolação Polinomial
  - Formas de se obter  $p_n(x)$
  - Resolução de Sistema Linear
    - Forma de Lagrange
    - Forma de Newton
  
- 5 – Ajuste de Curvas Pelo Método dos Quadrados Mínimos
  - Caso discreto
  - Caso Contínuo

## 6 - Integração Numérica

- Fórmula de Newton-Cotes
- Regra dos trapézios
- Regra de 1/3 de Simpson

### PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

- a) aula expositiva
- b) demonstração de equações, gráficos e modelos através de rétro-projetor
- c) uso de microcomputadores para simulações computacionais
- d) aplicativos específicos como o MATLAB

### AVALIAÇÃO

A média parcial de cada semestre será a resultante da média aritmética simples entre a verificação semestral e a média dos trabalhos desenvolvidos no laboratório de informática.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- a) RUGGIERO, Marcia A. Gomes et all, **Cálculo Numérico**, 2ª Ed. 1998  
Makron Books
- b) BARROSO, Leonidas Conceição et all., **Cálculo Numérico**, 2ª Ed.,  
1997, Ed. Harbra.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- a) Notas de Aula
- b) Textos diversos
- c) MATLAB – Guia do Usuário, versão 4 do estudante, Makron Books, 295 p., São Paulo 1999.

## **ANEXO IV**

### **RESPOSTAS DOS QUESTIONÁRIOS**

FUNDAÇÃO DE ENSINO OCTÁVIO BASTOS  
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS

Reconhecida pelo Governo Federal-Decretos nºs 75487/75-75992/75-78969/76-82315/78  
São João da Boa Vista/SP

QUESTIONÁRIO nº 01

- 1) O que você entende por Cálculo Numérico, enquanto disciplina?  
*Técnicas para fazer cálculos mais rapidamente com precisão.*
- 2) O que você espera dessa disciplina?  
*Espero aprender essas técnicas para um bom aprendizado na vida de professor.*
- 3) O que o Cálculo Numérico, enquanto conteúdo, está se mostrando para você?  
*Enquanto conteúdo, está mostrando muitos cálculos diferentes mas, as vezes, complicados, difíceis de se entender.*
- 4) Durante a aula você reconhece momentos diferentes como reflexão, raciocínio, exercícios, aplicação, dinâmica de grupo, etc.?  
*Reconheço raciocínio (muito), pois se tiver uma boa reflexão, aplicação e dinâmica de grupo, teremos mais estímulos e mais comprometimento nos trabalhos considerados interessantes.*
- 5) O que você entende como sendo uma boa aula de Cálculo Numérico?  
*Uma boa aula: vários exercícios de fixação com a ajuda do professor em nossas dúvidas. Revisões e correções da matéria dia-a-dia.*
- 6) O que você entende como sendo uma ruim de Cálculo Numérico?  
*Uma aula ruim: somente falada e poucos exercícios, principalmente na aula teórica.*
- 7) Qual seria um comportamento considerado bom de um aluno de Cálculo Numérico?  
*Muita atenção na explicação do professor e principalmente ser atencioso nas horas precisas em relação a essa matéria.*
- 8) Qual seria um comportamento considerado ruim de um aluno de Cálculo Numérico?  
*Muita conversa, pouco estímulo, e vergonha ou medo de perguntar suas dúvidas e pedir sempre revisão.*
- 9) Se necessário, faça um comentário sobre a aula, a disciplina ou mesmo a sua sala, que você considera importante e não foi abordado neste questionário.  
*Em qual, nossa sala está muito desestimulada não só em sua matéria, mas em outras também. Professor, no meu ponto de vista, não tem receio de tirar muitas dúvidas, mas antes das provas tem um dia qualquer, precisa revisar a matéria e fazer os exercícios junto com a gente na lousa para maiores esclarecimentos.*

FUNDAÇÃO DE ENSINO OCTÁVIO BASTOS  
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS

Reconhecida pelo Governo Federal-Decretos nºs 75487/75-75992/75-78969/76-82315/78  
São João da Boa Vista/SP

QUESTIONÁRIO nº 01

1) O que você entende por Cálculo Numérico, enquanto disciplina?

não nos foi falado detalhadamente, mas  
a meu entender seria uma matéria mais  
rápida de se fazer cálculo.

2) O que você espera dessa disciplina?

Espero saber o que realmente é cálculo  
numérico, e aprender algumas técnicas e  
demonstrações.

3) O que o Cálculo Numérico, enquanto conteúdo, está se mostrando para  
você?

Eu acho que é uma matéria muito  
complicada, mas espero que eu consiga entender alguma coisa  
tempo eu consigo entender alguma coisa.

4) Durante a aula você reconhece momentos diferentes como reflexão,  
raciocínio, exercícios, aplicação, dinâmica de grupo, etc.?

As vezes sim, mas acho que precisaria ter  
uma dinâmica um pouco diferente, por  
sim seríamos mais estimulados.

5) O que você entende como sendo uma boa aula de Cálculo Numérico?

fazer explicações, exercícios p/ fixação.

6) O que você entende como sendo uma aula ruim de Cálculo Numérico?

pouco exercícios, não corrigir os exercícios  
não prender a atenção dos alunos.

7) Qual seria um comportamento considerado bom de um aluno de Cálculo  
Numérico?

fazer todos os exercícios, ter boa disciplina  
na sala de aula.

8) Qual seria um comportamento considerado ruim de um aluno de Cálculo  
Numérico?

ficar fora da sala, não fazer exercícios,  
desrespeitar o professor.

9) Se necessário, faça um comentário sobre a aula, a disciplina ou mesmo a  
sua sala, que você considera importante e não foi abordado neste  
questionário.

Eu acho que por ser o nosso último  
ano, a sala está muito desestimulada,  
acho que os prof. deveriam fazer alguma  
coisa p/ isso -> acontecer. As vezes temos medo  
de tirar altas dívidas e achamos que  
somos muito bobos. Acho que um maior  
esclarecimento ~~o prof.~~ deveria dar mais  
exercícios e também corrigi-los p/ tirarmos  
as dívidas.

FUNDAÇÃO DE ENSINO OCTÁVIO BASTOS  
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS  
Reconhecida pelo Governo Federal-Decretos nºs 75487/75-75992/75-78969/76-82315/78  
São João da Boa Vista/SP

QUESTIONÁRIO nº 01

- 1) O que você entende por Cálculo Numérico, enquanto disciplina?  
*Entendo que é a área que desenvolve as várias técnicas de cálculo, todas em várias partes da ciência em geral.*
- 2) O que você espera dessa disciplina?  
*Espero aprender novas técnicas de cálculo para agilizar cálculos e desenvolver minha capacidade de raciocínio.*
- 3) O que o Cálculo Numérico, enquanto conteúdo, está se mostrando para você? Está mostrando apenas seus elementos mais básicos introdutórios.
- 4) Durante a aula você reconhece momentos diferentes como reflexão, raciocínio, exercícios, aplicação, dinâmica de grupo, etc.?  
*sim*
- 5) O que você entende como sendo uma boa aula de Cálculo Numérico?  
*na aula em que os alunos assimilam as técnicas de cálculo, mesmo se sendo poucas.*
- 6) O que você entende como sendo uma aula ruim de Cálculo Numérico?  
*inverso, os alunos não entendem direito as passagens envolvidas nas aulas*
- 7) Qual seria um comportamento considerado bom de um aluno de Cálculo Numérico?
- 8) Qual seria um comportamento considerado ruim de um aluno de Cálculo Numérico?
- 9) Se necessário, faça um comentário sobre a aula, a disciplina ou mesmo a sua sala, que você considera importante e não foi abordado neste questionário.

FUNDAÇÃO DE ENSINO OCTÁVIO BASTOS  
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS  
Reconhecida pelo Governo Federal-Decretos n°s 75487/75-75992/75-78969/76-82315/78  
São João da Boa Vista/SP

QUESTIONÁRIO n° 01

- 1) O que você entende por Cálculo Numérico, enquanto disciplina?  
*uma maneira de interações com os cálculos de diferentes formas, como na intuição cotidiana e informática*
- 2) O que você espera dessa disciplina?  
*me auxiliar nas aulas que pretendo ministrar.*
- 3) O que o Cálculo Numérico, enquanto conteúdo, está se mostrando para você?  
*As diferentes formas de calcularmos os "binômios" que nos deparamos.*
- 4) Durante a aula você reconhece momentos diferentes como reflexão, raciocínio, exercícios, aplicação, dinâmica de grupo, etc.?  
*Exercícios e aplicações.*
- 5) O que você entende como sendo uma boa aula de Cálculo Numérico?  
*O professor explicar a matéria em sala, e aplicar muitos exercícios para fixação.*
- 6) O que você entende como sendo uma aula ruim de Cálculo Numérico?  
*quando na sala de informática, sem entender nada.*
- 7) Qual seria um comportamento considerado bom de um aluno de Cálculo Numérico?  
*sua boa disciplina e participação*
- 8) Qual seria um comportamento considerado ruim de um aluno de Cálculo Numérico?  
*a "falaciosa" que atrapalha aos outros e a si mesmo.*
- 9) Se necessário, faça um comentário sobre a aula, a disciplina ou mesmo a sua sala, que você considera importante e não foi abordado neste questionário.

FUNDAÇÃO DE ENSINO OCTÁVIO BASTOS  
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS  
Reconhecida pelo Governo Federal-Decretos nºs 75487/75-75992/75-78969/76-82315/78  
São João da Boa Vista/SP

QUESTIONÁRIO nº 01

- 1) O que você entende por Cálculo Numérico, enquanto disciplina?  
*Uma disciplina que desenvolve o raciocínio e que nos permite aprender diferentes maneiras de calcular.*
- 2) O que você espera dessa disciplina?  
*Aprender a trabalhar com novas maneiras de calcular.*
- 3) O que o Cálculo Numérico, enquanto conteúdo, está se mostrando para você?  
*Uma matéria que desenvolve muito o raciocínio.*
- 4) Durante a aula você reconhece momentos diferentes como reflexão, raciocínio, exercícios, aplicação, dinâmica de grupo, etc.?  
*Sim*
- 5) O que você entende como sendo uma boa aula de Cálculo Numérico?  
*Uma aula com muito prático e pouca teoria.*
- 6) O que você entende como sendo uma aula ruim de Cálculo Numérico?  
*Uma aula sem entendimento por falta de explicações.*
- 7) Qual seria um comportamento considerado bom de um aluno de Cálculo Numérico?  
*Um aluno que se interessa pelas aulas.*
- 8) Qual seria um comportamento considerado ruim de um aluno de Cálculo Numérico?  
*Um aluno que desinteressado em aprender.*
- 9) Se necessário, faça um comentário sobre a aula, a disciplina ou mesmo a sua sala, que você considera importante e não foi abordado neste questionário.

FUNDAÇÃO DE ENSINO OCTÁVIO BASTOS  
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS  
Reconhecida pelo Governo Federal-Decretos nºs 75487/75-75992/75-78969/76-82315/78  
São João, da Boa Vista/SP

QUESTIONÁRIO nº 01

- 1) O que você entende por Cálculo Numérico, enquanto disciplina?  
*Cálculos precisos, desenvolvidos mais rapidamente.*
- 2) O que você espera dessa disciplina?  
*Rapidez e agilidade nos cálculos.*
- 3) O que o Cálculo Numérico, enquanto conteúdo, está se mostrando para você?  
*Confesso que acho complicado, devíamos saber bem um conteúdo p/ depois passar p/ outro.*
- 4) Durante a aula você reconhece momentos diferentes como reflexão, raciocínio, exercícios, aplicação, dinâmica de grupo, etc.?  
*Apesar de achar difícil, quando entendo a matéria acho que há uma reflexão raciocínio etc.*
- 5) O que você entende como sendo uma boa aula de Cálculo Numérico?  
*Quando o professor é amigo, procura passar o que sabe linguagem do aluno, e procura entender as dificuldades da classe.*
- 6) O que você entende como sendo uma aula ruim de Cálculo Numérico?  
*Quando o professor não tira as dúvidas, não corrige os exercícios, e passa p/ outro conteúdo sem a classe ter entendido o anterior.*
- 7) Qual seria um comportamento considerado bom de um aluno de Cálculo Numérico?  
*Um aluno esforçado que presta atenção, procura fazer os exercícios.*
- 8) Qual seria um comportamento considerado ruim de um aluno de Cálculo Numérico?  
*Que atrapalha a aula, não presta atenção, e não faz os exercícios.*
- 9) Se necessário, faça um comentário sobre a aula, a disciplina ou mesmo a sua sala, que você considera importante e não foi abordado neste questionário.

FUNDAÇÃO DE ENSINO OCTÁVIO BASTOS  
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS  
Reconhecida pelo Governo Federal-Decretos nºs 75487/75-75992/75-78969/76-82315/78  
São João da Boa Vista/SP

QUESTIONÁRIO nº 01

- 1) O que você entende por Cálculo Numérico, enquanto disciplina?  
*Terminar para realizar cálculos mais elaborados mais rapidamente com precisão.*
- 2) O que você espera dessa disciplina?  
*Conseguir realizar estes cálculos, não sei se com apenas 2 aulas por semana, este depende sua disposição.*
- 3) O que o Cálculo Numérico, enquanto conteúdo, está se mostrando para você? *Eu não estou conseguindo fazer cálculos rápidos e com precisão. Pois usamos muito a calculadora.*
- 4) Durante a aula você reconhece momentos diferentes como reflexão, raciocínio, exercícios, aplicação, dinâmica de grupo, etc.?  
*Sim*
- 5) O que você entende como sendo uma boa aula de Cálculo Numérico?  
*Resolução de exercícios na lousa, junto com os alunos (questionando, tirando dúvidas). Bem rapidamente, porém, bem explicado.*
- 6) O que você entende como sendo uma aula ruim de Cálculo Numérico?  
*Fazer lista na lousa sem explicações de exemplos. Sempre na mesma medida de tempo.*
- 7) Qual seria um comportamento considerado bom de um aluno de Cálculo Numérico?  
*Fazer todos os exercícios pedidos pelo professor, questionar,*
- 8) Qual seria um comportamento considerado ruim de um aluno de Cálculo Numérico?  
*Não fazer exercícios, não prestar atenção na aula, etc.*
- 9) Se necessário, faça um comentário sobre a aula, a disciplina ou mesmo a sua sala, que você considera importante e não foi abordado neste questionário.

*Como eu sou profª de Matemática eu sei que os alunos aprendem mais fazendo exercícios na lousa, isto é, o professor explica na lousa. Pois é mais fácil entender.*

*Obrigada!*

FUNDAÇÃO DE ENSINO OCTÁVIO BASTOS  
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS

Reconhecida pelo Governo Federal-Decretos nºs 75487/75-75992/75-78969/76-82315/78  
São João da Boa Vista/SP

QUESTIONÁRIO nº 01

- 1) O que você entende por Cálculo Numérico, enquanto disciplina?  
ENTENDO POR CÁLCULO NUMÉRICO QUE, É UMA MANEIRA DE FAZER COM QUE OS ALUNOS POSSUAM AGILIDADE NOS CÁLCULOS, E COM ISTO POSSAM CALCULAR COM MAIS EXATIDÃO E PRECISÃO. É UMA DISCIPLINA QUE ESPERO COM ESTA DISCIPLINA FICAR APTO PARA CÁLCULOS RÁPIDOS DENTRO DESTA MATÉRIA. ESPERO TAMBÉM COMPREENDER MAIS ESTE CONTEÚDO PARA QUE EU POSSA ALCANÇAR OS OBJETIVOS QUE A FACULDADE PROPÕE DENTRO DESTA DISCIPLINA.
- 2) O que você espera dessa disciplina? EXPLORA ESSENCIALMENTE A MENTE (RACIO- CÍNIO). ESPERO COM ESTA DISCIPLINA FICAR APTO PARA CÁLCULOS RÁPIDOS DENTRO DESTA MATÉRIA. ESPERO TAMBÉM COMPREENDER MAIS ESTE CONTEÚDO PARA QUE EU POSSA ALCANÇAR OS OBJETIVOS QUE A FACULDADE PROPÕE DENTRO DESTA DISCIPLINA.
- 3) O que o Cálculo Numérico, enquanto conteúdo, está se mostrando para você? PARA MIM, MOSTRA-SE UM POUCO COMPLICADO. POIS EXIGE UMA BOA EXPLICAÇÃO DO PROFESSOR E PRINCIPALMENTE MUITA ATENÇÃO POR PARTE DOS ALUNOS. POR ISTO CONTO SEMPRE COM O EMPENHO CADA VEZ MAIOR DO PROFESSOR PORQUE EU DEIXO DO MEU LAZER PARA BUSCAR NOVOS CONTE- NIDOS PARA QUE EU POSSA ALCANÇAR OS OBJETIVOS QUE A FACULDADE PROPÕE DENTRO DESTA DISCIPLINA.
- 4) Durante a aula você reconhece momentos diferentes como reflexão, raciocínio, exercícios, aplicação, dinâmica de grupo, etc.? ACHO QUE ISTO ESTÁ FAZENDO NA NOSSA SALA. TEMOS QUE EXIGIR DINAMISMO DENTRO DA SALA DE AULA BUSCANDO COM ISTO TRABALHOS EM GRUPO, COM RACIOCÍNIO DE TODOS OS INTEGRANTES E PRINCIPALMENTE, BOA EXPLICAÇÃO COM BASTANTE EXERCÍCIO.
- 5) O que você entende como sendo uma boa aula de Cálculo Numérico? UMA BOA AULA BEM PREPARADA, ONDE O PROFESSOR EXIJA A PARTICIPAÇÃO DOS ALUNOS ATRAVÉS DE ATIVIDADES EM SALAS E EXTRA SALAS; E QUE O PROFESSOR POSSA DOMINAR O CONTEÚDO.
- 6) O que você entende como sendo uma aula ruim de Cálculo Numérico? TOTALMENTE O ENTENDO COMO AULA RUIM AQUELA NO QUAL O PROFESSOR NÃO PREPARA BEM SUAS AULAS E NÃO MODIFICA SEUS MÉTODOS DURANTE OS ANOS DE EXPERIÊNCIA.
- 7) Qual seria um comportamento considerado bom de um aluno de Cálculo Numérico? AQUELE QUE EXIGE DO PROFESSOR UMA BOA AULA COM PERGUNTA, E UMA PARTICIPAÇÃO CONSTANTE. É O COMPORTAMENTO EM QUE O ALUNO ENTENDE O PROFESSOR E O PROFESSOR ENTENDE O ALUNO.
- 8) Qual seria um comportamento considerado ruim de um aluno de Cálculo Numérico? AQUELE QUE FALTA FREQUENTEMENTE AS AULAS, QUE NO MOMENTO EM QUE O PROF. EXPLICA ELE CONVERSA OU FAZ OUTRAS ATIVIDADES OU LÊ REVISTAS, AQUELE QUE ENTRA E SAÍ QUALQUER HORA SEM PEDIR LICENÇA.
- 9) Se necessário, faça um comentário sobre a aula, a disciplina ou mesmo a licença sua sala, que você considera importante e não foi abordado neste questionário.

A MINHA SALA É BEM ESFORÇADA, MAS APÊSAR DE TUDO FALTA UMA PARTICIPAÇÃO NA AULA (MUITAS FALTAS) NO GERAL. ALGUNS ALUNOS INTERROMPEM MUITO A AULA, MAS TODOS QUANDO O PROF. EXPLICA, PELO MÊNOS A METADE OU MAIS ESTÃO ATENTOS. POIS SABEM QUE A MATÉRIA EXIGE RACIOCÍNIO E MUITA CONCENTRAÇÃO. ACHO QUE O PROFESSOR DEVERIA APLICAR MAIS EXERCÍCIOS EM SALA DE AULA E MESMO QUANDO HOUVER DÚVIDAS RETOMAR O CONTEÚDO FAZENDO UM APANHADO DA PARTE EM QUE O ALUNO DEMONSTRA DÚVIDAS.

FUNDAÇÃO DE ENSINO OCTÁVIO BASTOS  
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS

Reconhecida pelo Governo Federal-Decretos n°s 75487/75-75992/75-78969/76-82315/78  
São João da Boa Vista/SP

QUESTIONÁRIO n° 01

- 1) O que você entende por Cálculo Numérico, enquanto disciplina?  
*entende-se que cálculo numérico são técnicas usadas para realizar cálculos mais elaborados com maior rapidez e precisão*
- 2) O que você espera dessa disciplina?  
*espero que esta disciplina seja útil para a minha vida profissional e que desenvolva ainda mais o meu raciocínio.*
- 3) O que o Cálculo Numérico, enquanto conteúdo, está se mostrando para você?  
*está se mostrando complicado, pois estou com dificuldades que acredito estarem sendo ocasionadas pela falta de concentração mental.*
- 4) Durante a aula você reconhece momentos diferentes como reflexão, raciocínio, exercícios, aplicação, dinâmica de grupo, etc.?  
*Em partes, sim.*
- 5) O que você entende como sendo uma boa aula de Cálculo Numérico?  
*Uma aula abrangedora, que além da teoria que é válida e necessária seja enriquecida com exercícios variados.*
- 6) O que você entende como sendo uma aula ruim de Cálculo Numérico? Lembrando explicar.  
*Uma aula monotona, que não tem motivação.*
- 7) Qual seria um comportamento considerado bom de um aluno de Cálculo Numérico?  
*Ser assíduo às aulas e realizar com sucesso todas as atividades propostas.*
- 8) Qual seria um comportamento considerado ruim de um aluno de Cálculo Numérico?  
*O desinteresse e a indiferença.*
- 9) Se necessário, faça um comentário sobre a aula, a disciplina ou mesmo a sua sala, que você considera importante e não foi abordado neste questionário.  
*Gostaria de sugerir a elaboração de uma apostila, que além de conter a teoria, apresentasse também uma variedade de exercícios. Desta maneira, pouparíamos tempo na cópia e ganharíamos na resolução.*

FUNDAÇÃO DE ENSINO OCTÁVIO BASTOS  
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS  
Reconhecida pelo Governo Federal-Decretos nºs 75487/75-75992/75-78969/76-82315/78  
São João da Boa Vista/SP

QUESTIONÁRIO nº 01

- 1) O que você entende por Cálculo Numérico, enquanto disciplina?  
matéria a qual aprendemos fazer cálculo mais rapidamente e com precisão.
- 2) O que você espera dessa disciplina?  
desaja que esta disciplina seja usada no meu dia-a-dia e que através dela eu possa desenvolver mais o meu raciocínio e conhecimento.
- 3) O que o Cálculo Numérico, enquanto conteúdo, está se mostrando para você?  
muito difícil e complicado, pois estou com dificuldades.
- 4) Durante a aula você reconhece momentos diferentes como reflexão, raciocínio, exercícios, aplicação, dinâmica de grupo, etc.?  
Em partes, sim.
- 5) O que você entende como sendo uma boa aula de Cálculo Numérico?  
Exatidão da teoria na lousa, resolução de exercícios junto com os alunos, tudo bem explicado para não haver dúvidas.
- 6) O que você entende como sendo uma aula ruim de Cálculo Numérico?  
Uma aula sem motivação, monotona.
- 7) Qual seria um comportamento considerado bom de um aluno de Cálculo Numérico? Frequentar as aulas, participar e resolver todos os exercícios propostos.
- 8) Qual seria um comportamento considerado ruim de um aluno de Cálculo Numérico?  
A falta de interesse.
- 9) Se necessário, faça um comentário sobre a aula, a disciplina ou mesmo a sua sala, que você considera importante e não foi abordado neste questionário.  
Gostaria de obter mais material desta disciplina, além das aulas, apresentasse uma série de exercícios que completasse as aulas. Com isso incluo que o meu rendimento de conhecimento nessa disciplina aumentaria com certeza.

Obrigada  
}

QUESTIONÁRIO Nº 2

1) De acordo com suas concepções, a aula de Cálculo Numérico foi:

- a) Ótima ;                      b) Boa;                      c) Regular;                      d) ruim

2) Diante do assunto tratado, a estratégia que o Professor vem utilizando é:

- a) Ótima ;                      b) Boa;                      c) Regular;                      d) ruim

3) Diante da proposta do curso de Cálculo Numérico, você acredita que o Professor vem atingindo seus objetivos? Se necessário faça um comentário.

*Eu acho que o professor está atingindo seus objetivos, pena que a aula passa muito rápido quando vai ficando interessante.*

4) Qual a sua sugestão para a melhoria da aula?

*Que se continue com essas aulas pois despertou mais interesse e participação nas aulas.*

## QUESTIONÁRIO Nº 2

1) De acordo com suas concepções, a aula de Cálculo Numérico foi:

a) Ótima ;  
ruim

b) Boa;

c) Regular;

d)

2) Diante do assunto tratado, a estratégia que o Professor vem utilizando é: ..

a) Ótima ;  
ruim

b) Boa;

c) Regular;

d)

3) Diante da proposta do curso de Cálculo Numérico, você acredita que o Professor vem atingindo seus objetivos? Se necessário faça um comentário.

pretende, mas às vezes não consegue chegar a todos os alunos, como exemplo nas aulas de informática, onde não por vontade do professor mas pela própria fundação, que nos deixa muito a desejar. Com a má vontade de alguns funcionários responsáveis por essa área.

4) Qual a sua sugestão para a melhoria da aula?

que deixa computadores sem programas, para que possamos praticar o que aprendemos em sala.

QUESTIONÁRIO Nº 2

1) De acordo com suas concepções, a aula de Cálculo Numérico foi:

- a) Ótima;      b) Boa;      c) Regular;      d) ruim

2) Diante do assunto tratado, a estratégia que o Professor vem utilizando é:

- a) Ótima;      b) Boa;      c) Regular;      d) ruim

3) Diante da proposta do curso de Cálculo Numérico, você acredita que o Professor vem atingindo seus objetivos? Se necessário faça um comentário.

Sim, porque a aula tornou-se dinâmica, gostosa, interessante, e o que é melhor além de aprender a matéria, aprende a manejar também o computador.

4) Qual a sua sugestão para a melhoria da aula?

Continuar assim.

QUESTIONÁRIO Nº 2

1) De acordo com suas concepções, a aula de Cálculo Numérico foi:

- a) Ótima ;       b) Boa;      c) Regular;      d) ruim

2) Diante do assunto tratado, a estratégia que o Professor vem utilizando é:

- a) Ótima ;       b) Boa;      c) Regular;      d) ruim

3) Diante da proposta do curso de Cálculo Numérico, você acredita que o Professor vem atingindo seus objetivos? Se necessário faça um comentário.

Sim, eu só acho que a aula quando está ficando interessante para muito rápido.

4) Qual a sua sugestão para a melhoria da aula?

Eu acho que você deve continuar fazendo aulas como estas, e continue trazendo métodos alternativos p/ que nos sentimos interessados.

QUESTIONÁRIO Nº 2

1) De acordo com suas concepções, a aula de Cálculo Numérico foi:

- a) Ótima ;      b) Boa;      c) Regular;      d) ruim

2) Diante do assunto tratado, a estratégia que o Professor vem utilizando é:

- a) Ótima ;      b) Boa;      c) Regular;      d) ruim

3) Diante da proposta do curso de Cálculo Numérico, você acredita que o Professor vem atingindo seus objetivos? Se necessário faça um comentário.

Sim o professor vem atingindo seu objetivo com uma aula prática e dinâmica, ele está procurando cada vez p mais melhorar

4) Qual a sua sugestão para a melhoria da aula?

Continuar como está

QUESTIONÁRIO Nº 2

1) De acordo com suas concepções, a aula de Cálculo Numérico foi:

- a) Ótima ;       b) Boa;      c) Regular;      d) ruim

2) Diante do assunto tratado, a estratégia que o Professor vem utilizando é:

- a) Ótima ;       b) Boa;      c) Regular;      d) ruim

3) Diante da proposta do curso de Cálculo Numérico, você acredita que o Professor vem atingindo seus objetivos? Se necessário faça um comentário.

*Sim, a mudança foi produtiva e favorável.*

4) Qual a sua sugestão para a melhoria da aula?

*Continuar com aulas interessantes e que tragam interesse na forma de desafios para conhecer e saber mais.*

QUESTIONÁRIO Nº 2

DATA: 02/09

1) De acordo com suas concepções, a aula de Cálculo Numérico foi:

a) Ótima ;                      b) Boa;                      c) Regular;                      d) ruim

2) Diante do assunto tratado, a estratégia que o Professor vem utilizando é:

a) Ótima ;                      b) Boa;                      c) Regular;                      d) ruim

3) Diante da proposta do curso de Cálculo Numérico, você acredita que o Professor vem atingindo seus objetivos? Se necessário faça um comentário.

*Sim. A diversidade de recursos utilizados torna a aula mais motivadora, e este é um fator que facilita a aprendizagem do conteúdo.*

4) Qual a sua sugestão para a melhoria da aula?

*Que se continue utilizando métodos ativos e que tornam as aulas mais interessantes.*

*Solicitar + tempo na sala de informática*

*Cibele*

QUESTIONÁRIO Nº 2

10/10/2019

1) De acordo com suas concepções, a aula de Cálculo Numérico foi:

- a) Ótima ;       b) Boa;      c) Regular;      d) ruim

2) Diante do assunto tratado, a estratégia que o Professor vem utilizando é:

- a) Ótima ;      b) Boa;      c) Regular;      d) ruim

3) Diante da proposta do curso de Cálculo Numérico, você acredita que o Professor vem atingindo seus objetivos? Se necessário faça um comentário.

*Sim, o professor vem atingindo os objetivos, porém acredito que o tempo de aula é curto*

4) Qual a sua sugestão para a melhoria da aula?

*mais tempo para a resolução dos exercícios*

QUESTIONÁRIO Nº 2

1) De acordo com suas concepções, a aula de Cálculo Numérico foi:

- a) Ótima ;       b) Boa;      c) Regular;      d) ruim

2) Diante do assunto tratado, a estratégia que o Professor vem utilizando é:

- a) Ótima ;       b) Boa;      c) Regular;      d) ruim

3) Diante da proposta do curso de Cálculo Numérico, você acredita que o Professor vem atingindo seus objetivos? Se necessário faça um comentário.

*Creio que o professor vem atingindo seu objetivo. Uma pena a aula ter tão pouco tempo.*

4) Qual a sua sugestão para a melhoria da aula?

QUESTIONÁRIO Nº 2

1) De acordo com suas concepções, a aula de Cálculo Numérico foi:

- a) Ótima ;       b) Boa ;      c) Regular ;      d) ruim

2) Diante do assunto tratado, a estratégia que o Professor vem utilizando é:

- a) Ótima ;      b) Boa ;      c) Regular ;      d) ruim

3) Diante da proposta do curso de Cálculo Numérico, você acredita que o Professor vem atingindo seus objetivos? Se necessário faça um comentário.

*Sim. Porém o período de aula não é suficiente*

4) Qual a sua sugestão para a melhoria da aula?

*Mais tempo para fazer várias execuções na sala de aula ou CPD*

Daniela Cristina Invenção 4º Matemática

### 1. Como Melhorar as Aulas no CPD

As aulas no CPD são em suma muito proveitosas e bastante motivadoras uma forma de melhorá-las é aumentar a quantidade de exercícios desenvolvidos e criações de pequenos "projétilhos", voltados p/ a criação e a aplicação dos programinhas.

### 2. Diferença entre aula ministrada na sala de aula e no CPD.

As aulas ministradas no CPD, são mais motivadoras pois além do ambiente ser mais apropriado e envolvente os alunos apresentam-se mais animados e propícios ao aprendizado. Credoito que, pelo simples fato de existir um recurso além, faz despertar o interesse dos alunos.

① Como melhorar as aulas no CPD?

Fazendo + exercícios para fixar ainda mais e indo o máximo possível no CPD.

② Diferença entre aula ministrada na sala de aula e no CPD.

No CPD é menos cansativa da f/ entender melhor e prende mais a nossa atenção.

Trana Barboza - 4º Matemática

- ① Eu acho as aulas no CPD muito mais interessantes que aquelas em sala de aula comum. Os resultados obtidos são mais significativos e a matéria rende mais. Para melhor compreensão da matéria, na minha opinião, deverão ser dados mais exercícios de fixação.
- ② Se há interesse por parte dos alunos, com maior quantidade de exercícios as dificuldades serão sanadas.

Matemática

4º ano matemática.

① Eu acho que as aulas no CPD estão boas, mas sei bem que tem um pouco mais de disponibilidade para usá-la, acho que devia ter um pouco mais de exercícios. Mas em geral as aulas estão boas, muito interessantes ↙

② A aula ministrada no ODD, nos motiva muito mais. Acho que nessas aulas deveriam ser dados a maioria no ODD, pois assim nos sentimos mais motivados. ↙

Aline de Fátima Lunardi n.º 02  
4.º ano de matemática.

1). Como melhorar as aulas no CPD? ↙

Professor, a partir das primeiras aulas dadas no CPD, já foram significativas para mim. Achou-as importantes e por isso podemos segui-las deste modo.

2). O que você observa de "diferente" entre a aula no CPD na sala e a aula ministrada? ↘

Percebo que a aula no CPD chama mais atenção pois trabalhamos com o meio e aprendemos mais que a aula ministrada em classe.

Assim que as aulas em classe são boas e proveitosas, mas no CPD é muito interessante pois aprendemos a nos lidar com assuntos diferentes e interessantes para nosso dia-a-dia.

Patrícia Sigamonde nº 169  
4º ano matemática

① Eu penso que a melhora nas aulas se observará a partir de momentos que pudermos utilizá-lo com mais frequência, pois assim o professor pode utilizar de diferentes métodos ou exemplos para ampliar o conhecimento nos assuntos estudados.

② A participação dos alunos e a dinâmica do professor é muito maior no CDD.

QUESTIONÁRIO N° 3-4

1) Como as aulas no laboratório de Informática poderiam ser melhoradas?

R = Com umas melhorias na manutenção dos computadores.

2) Em relação a aula propriamente dita, qual a diferença entre a sala de aula tradicional e a aula no laboratório de informática?

R = ~~É~~ nas aulas de laboratório existe 100% de participação por parte dos alunos.

3) O que você acha da aula no laboratório de informática? Você diria que é dispensável? Justifique.

R = ótima. Não. Pois nos dias de hoje a informática é indispensável.

4) A compreensão do assunto ou conteúdo visto em classe lhe parece melhor com o uso dos micros?

Não.

5) Você acha que exercícios numéricos, típicos de um aula tradicional, são essenciais para a compreensão dos tópicos vistos em classe? Você tem algum comentário sobre essa questão?

Sim.

6) O que você acha da estratégia do professor em usar modelos matemáticos com enfoque em fenômenos ambientais?

R = legal

7) Faça uma crítica geral da aula.

R - As aulas foi muito boas para o curso.

QUESTIONÁRIO N° 3-4

1) Como as aulas no laboratório de Informática poderiam ser melhoradas?

Elas poderiam ser melhoradas, se tivesse as aparelhagens em melhores condições.

2) Em relação a aula propriamente dita, qual a diferença entre a sala de aula tradicional e a aula no laboratório de informática?

Através do laboratório podemos ter uma visão mais prática e atual.

3) O que você acha da aula no laboratório de informática? Você diria que é dispensável? Justifique.

É muito importante p/ o desenvolvimento do aluno e p/ que ele tenha uma visão mais ampla do conteúdo em si.

4) A compreensão do assunto ou conteúdo visto em classe lhe parece melhor com o uso dos micros?

Sim; mas deveríamos ter + tempo disponível p/ desenvolvê-lo melhor.

5) Você acha que exercícios numéricos, típicos de um aula tradicional, são essenciais para a compreensão dos tópicos vistos em classe? Você tem algum comentário sobre essa questão?

Sim, sem dúvidas.

6) O que você acha da estratégia do professor em usar modelos matemáticos com enfoque em fenômenos ambientais?

Ótimo, isso aproxima a realidade do aluno

7) Faça uma crítica geral da aula.

A aula é boa, as vezes é um pouco dispersa, mas na maioria das vezes ela é muito produtiva.

QUESTIONÁRIO Nº 3-4

1) Como as aulas no laboratório de Informática poderiam ser melhoradas?

Com os próprios alunos monitorando uns aos outros.

2) Em relação a aula propriamente dita, qual a diferença entre a sala de aula tradicional e a aula no laboratório de informática?

A aula de laboratório é mais prática.

3) O que você acha da aula no laboratório de informática? Você diria que é dispensável? Justifique.

Não, não é dispensável, ela ajuda muito a entender a aula da sala de aula.

4) A compreensão do assunto ou conteúdo visto em classe lhe parece melhor com o uso dos micros?

Sim, com certeza. Mas precisa ser melhor trabalhada.

5) Você acha que exercícios numéricos, típicos de um aula tradicional, são essenciais para a compreensão dos tópicos vistos em classe? Você tem algum comentário sobre essa questão?

Sim, sem dúvidas.

6) O que você acha da estratégia do professor em usar modelos matemáticos com enfoque em fenômenos ambientais?

Ótimo, isso aproxima a realidade do aluno.

7) Faça uma crítica geral da aula.

A aula é boa, às vezes é um pouco dispersa, com alunos monitorando nos computadores seria melhor. (Obs: e todos os computadores com o programa e funcionando é claro)

QUESTIONÁRIO Nº 3-4

1) Como as aulas no laboratório de Informática poderiam ser melhoradas? - LIBERANDO O LABORATÓRIO P/ ~~OS~~ PESQUISAS FORA DO HORÁRIO DE AULA -  
- UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS AUDIO VISUAIS

2) Em relação a aula propriamente dita, qual a diferença entre a sala de aula tradicional e a aula no laboratório de informática?  
Estamos pouco habituados a aula fora da sala, por isso acho muito melhor a aula no laboratório.

3) O que você acha da aula no laboratório de informática? Você diria que é dispensável? Justifique.  
Acho que enriquece muito o curso, se bem conduzida.

4) A compreensão do assunto ou conteúdo visto em classe lhe parece melhor com o uso dos micros?  
Sim, se a aula for bem estruturada, ajuda muito.

5) Você acha que exercícios numéricos, típicos de um aula tradicional, são essenciais para a compreensão dos tópicos vistos em classe? Você tem algum comentário sobre essa questão?  
NÃO.

6) O que você acha da estratégia do professor em usar modelos matemáticos com enfoque em fenômenos ambientais?  
Bom, e é informativo. 10

7) Faça uma crítica geral da aula.

Os micros deveriam estar melhor configurados, todos C/ MATLAB, A impressora deve estar na sala dos micros e não fora dela. A aula deveria ser melhor estruturada, como desenvolver exercícios em grupo e só após isto, em cada dupla

QUESTIONÁRIO N° 3-4

- 1) Como as aulas no laboratório de Informática poderiam ser melhoradas?  
*com um aperfeiçoamento das máquinas e instalações de mais programas*
- 2) Em relação a aula propriamente dita, qual a diferença entre a sala de aula tradicional e a aula no laboratório de informática?  
*na aula no laboratório a dispersão, por parte dos alunos é maior*
- 3) O que você acha da aula no laboratório de informática? Você diria que é dispensável? Justifique.  
*há com certeza, é dispensável, o que é preciso é um treinamento melhor das instruções para um melhor proveito*
- 4) A compreensão do assunto ou conteúdo visto em classe lhe parece melhor com o uso dos micros?  
*há*
- 5) Você acha que exercícios numéricos, típicos de um aula tradicional, são essenciais para a compreensão dos tópicos vistos em classe? Você tem algum comentário sobre essa questão?  
*com certeza, a prática no dia-a-dia é que traz o aperfeiçoamento*
- 6) O que você acha da estratégia do professor em usar modelos matemáticos com enfoque em fenômenos ambientais?  
*Excelente Trabalho.*
- 7) Faça uma crítica geral da aula.  
*a aula como um todo é boa, e o que atrapalha são as quantidades de aulas, e a nível cansaço do professor em determinado dia*

QUESTIONÁRIO Nº 3-4

1) Como as aulas no laboratório de Informática poderiam ser melhoradas?

Tempo maior de trabalho; maiores informações a respeito do assunto. O atendimento individual é bom, embora o tempo seja curto.

2) Em relação a aula propriamente dita, qual a diferença entre a sala de aula tradicional e a aula no laboratório de informática?

O laboratório permite-nos uma maior facilidade na resolução, uma simplificação do trabalho. Em entendido o assunto, o trabalho, a descoberta e a prática.

3) O que você acha da aula no laboratório de informática? Você diria que é dispensável? Justifique.

Acho muito importante e louvável a persistência do prof. Alton neste sentido. É uma oportunidade de vivermos usando a tecnologia moderna, aprendendo novas técnicas, simplificando o trabalho, aumentando e alargando novos caminhos na Matemática.

4) A compreensão do assunto ou conteúdo visto em classe lhe parece melhor com o uso dos micros?

Sim, desde que bem explicado e entendido.

5) Você acha que exercícios numéricos, típicos de um aula tradicional, são essenciais para a compreensão dos tópicos vistos em classe? Você tem algum comentário sobre essa questão?

Sim, o fazer, o descobrir por si, nos permite assimilar o conteúdo, utilizar técnicas, raciocinar e prever resultados, e isso é o que dá prazer em aprender.

6) O que você acha da estratégia do professor em usar modelos matemáticos com enfoque em fenômenos ambientais?

Acho uma estratégia válida, devido o assunto estar presente no nosso dia-a-dia, ser atual e despertar consciência para a preservação ecológica.

7) Faça uma crítica geral da aula.

Gostaria de me localizar mais no assunto, não ficar "pegando números" como acontece às vezes. Gosto de gradativamente, entender o assunto trabalhado. Faço votos que a persistência deste colega e amigo prof. Alton venha, vencendo as barreiras que o novo incute, as deficiências dos CPDs e a incongruência de métodos que têm medo de inovar no futuro.

QUESTIONÁRIO Nº 3-4

- 1) Como as aulas no laboratório de Informática poderiam ser melhoradas?

*com uma explicação mais simples do que o professor realmente quer.*

- 2) Em relação a aula propriamente dita, qual a diferença entre a sala de aula tradicional e a aula no laboratório de informática?

*A aula no laboratório fica mais concreta e com isso fica mais fácil assimilar a matéria.*

- 3) O que você acha da aula no laboratório de informática? Você diria que é dispensável? Justifique.

*Não, sempre gostei muito das aulas de laboratório.*

- 4) A compreensão do assunto ou conteúdo visto em classe lhe parece melhor com o uso dos micros?

*Sim*

- 5) Você acha que exercícios numéricos, típicos de um aula tradicional, são essenciais para a compreensão dos tópicos vistos em classe? Você tem algum comentário sobre essa questão?

- 
- 6) O que você acha da estratégia do professor em usar modelos matemáticos com enfoque em fenômenos ambientais?

*foi bastante interessante.*

- 7) Faça uma crítica geral da aula.

*foi respondi na questão n.º 1.*

QUESTIONÁRIO N° 3-4

1) Como as aulas no laboratório de Informática poderiam ser melhoradas?

Mais aulas, Mais Micros e  
Mais tempo de tre. balho.

2) Em relação a aula propriamente dita, qual a diferença entre a sala de aula tradicional e a aula no laboratório de informática?

na sala é a Teoria, e no laboratório  
é a prática.

3) O que você acha da aula no laboratório de informática? Você diria que é dispensável? Justifique.

Como acabou de informar as questões  
são a prática, por isso não é dispensável.

4) A compreensão do assunto ou conteúdo visto em classe lhe parece melhor com o uso dos micros?

Sim, do jeito como prender o que faz  
em sala (Teoria)

5) Você acha que exercícios numéricos, típicos de um aula tradicional, são essenciais para a compreensão dos tópicos vistos em classe? Você tem algum comentário sobre essa questão?

Sim, sem nenhum comentário

6) O que você acha da estratégia do professor em usar modelos matemáticos com enfoque em fenômenos ambientais?

Ótimos, porque Mostra onde está presente  
a Matemática em nosso dia-a-dia.

7) Faça uma crítica geral da aula.

Não há críticas a fazer, o que prejudica,  
é a falta de tempo disponível, o pequeno  
n° de aulas, os deveres que deveriam  
deixar de ser, em relação ao professor  
e a aula não críticas.

QUESTIONÁRIO Nº 4

- 1) O que você acha da aula no laboratório de informática? Você dispensável? *Por que?*  
*Acho essencial, quando bem elaborada, e com mais tempo e mais exercícios, porque aprende com + dinâmica e é mais real em nossa vida.*
- 2) A compreensão do assunto ou conteúdo visto em classe lhe parece melhor com o uso dos micros? *Por que?*  
*Sim, porque tem uma melhor visualização do que estamos estudando.*
- 3) Você acha que exercícios numéricos, típicos de um aula tradicional, são essenciais para a compreensão dos tópicos vistos em classe? Você tem algum comentário sobre essa questão? *Por que?*  
*Apesar de ser exercícios tradicionais, típicos, acho também essenciais.*
- 4) O que você acha da estratégia do professor em usar modelos matemáticos com enfoque em fenômenos ambientais? *Otimo, criativo. 13*
- 5) Faça uma crítica geral da aula. *É do curso.*

*Nilson, a aula está ótima, só que por ter poucas aulas eu encontro dificuldade na hora das provas em relação ao computador. O curso melhorou muito.*

#### QUESTIONÁRIO Nº 4

- 1) O que você acha da aula no laboratório de informática? Você dispensável? *Porque?*  
*Um excelente recurso, é uma aula indispensável, que motiva o aluno e desperta a curiosidade e o interesse do mesmo.*
- 2) A compreensão do assunto ou conteúdo visto em classe lhe parece melhor com o uso dos micros? *Porque?*  
*Sem dúvida nenhuma, os usos dos micros elucidam bastante*
- 3) Você acha que exercícios numéricos, típicos de um aula tradicional, são essenciais para a compreensão dos tópicos vistos em classe? Você tem algum comentário sobre essa questão? *Porque?*  
*As aulas apesar de fazerem parte das aulas tradicionais, acredito que estas ajudam, embora pouco, também.*
- 4) O que você acha da estratégia do professor em usar modelos matemáticos com enfoque em fenômenos ambientais?  
*Importante, pois amplia a compreensão do aluno.*
- 5) Faça uma crítica geral da aula e do curso.  
*A meu ver, as aulas estão muito boas e interessantes, pena que o "tempo" é insuficiente. O curso está num ritmo muito bom e uma pena que não teremos mais aulas, pois acredito que ainda temos muito o que aprender.*

QUESTIONÁRIO Nº 4

Xavier

- 1) O que você acha da aula no laboratório de informática? Você dispensável? Porquê?
- 2) A compreensão do assunto ou conteúdo visto em classe lhe parece melhor com o uso dos micros? Porquê?
- 3) Você acha que exercícios numéricos, típicos de um aula tradicional, são essenciais para a compreensão dos tópicos vistos em classe? Você tem algum comentário sobre essa questão?
- 4) O que você acha da estratégia do professor em usar modelos matemáticos com enfoque em fenômenos ambientais?
- 5) Faça uma crítica geral da aula e do curso

① tal aula é indispensável, pois a prática levou a perfeição, embora que não seja total.

② Sim, e o conteúdo apresentado é bom.

③ tudo que foi acrescentado nem bem vindo

④ muito bom e coerente p/ a matéria

⑤ Pouco tempo no CPD, seria necessário mais prática, dando sequência ao trabalho já realizado pelo professor.

continuações:

② mas novo, seria necessário mais tempo para melhor compreensão.

QUESTIONÁRIO Nº 4

- 1) O que você acha da aula no laboratório de informática? Você dispensável? Por quê?
- 2) A compreensão do assunto ou conteúdo visto em classe lhe parece melhor com o uso dos micros? Por quê?
- 3) Você acha que exercícios numéricos, típicos de um aula tradicional, são essenciais para a compreensão dos tópicos vistos em classe? Você tem algum comentário sobre essa questão? Por quê?
- 4) O que você acha da estratégia do professor em usar modelos matemáticos com enfoque em fenômenos ambientais?
- 5) Faça uma crítica geral da aula e do curso.

1) As aulas no laboratório de informática são indispensáveis para obter um conhecimento mais amplo dos assuntos abordados.

2) torna-se mais compreensivo, detalhista os conteúdos e assuntos com a utilização dos micros.

3) Os exercícios numéricos são imprescindíveis, mas a aula prática também é de grande importância para uma melhor compreensão do conteúdo estudado.

4) muito interessante e produtivo, pois a matemática envolve muitos aspectos que podem ser desenvolvidos com desenvoltura.

5) A aula em si é muito produtiva, apesar de se ter poucas aulas para sua prática e nem sempre dá para imprimir os trabalhos realizados por motivo técnico.

### QUESTIONÁRIO N°5

1) As aulas no lab. de informática são:

- a) Boas. Porque adquirimos experiências em desenvolver projetos e
- b) Mais ou menos. Porque..... habilidades em usar
- c) Ruins. Porque..... o computador
- d) Iguais a todas as outras.

Suas sugestões para melhorar são: dar mais exercícios para  
que possamos discutir les em aula, assim teremos  
umida man facilidade em resolver

2) Destaque os projetos de que mais gostou e diga o(s) motivo(s) da escolha: Foi o pro  
blema, pois pudemos calcular a população  
de um determinado país no ano 2000

3) Destaque também o(s) projeto(s) de que menos gostou e o(s) motivo(s). Porque de todos  
para a aula ficou interessante e ao fazer  
os projetos estudou também para as  
provas, além de estudar também as  
exercícios do caderno

### QUESTIONÁRIO N°6

1) As aulas ministradas em classe, de maneira tradicional, são:

- e) Boas. Porque.....
- f) Mais ou menos. Porque.....
- g) Ruins. Porque a aluno tem que ter responsabilidade em sua visão
- h) Iguais a todas as outras.

2) Quanto as aulas ministradas em classe e no laboratório, você acredita que são:

- a) complementares. Porque ajudam a ter uma visão mais
- b) não se complementam. Porque..... ampla do
- c) a aula em classe é dispensável. Porque..... conteúdo
- d) a aula em laboratório é dispensável. Porque.....

3) Faça uma crítica geral do curso de Cálculo Numérico. (Use o verso da folha se necessário).

Gostei das aulas, gostei também do professor  
é a única crítica que tenho a fazer é  
que faltam exercícios em sala mas  
por um conteúdo. Gostei de ser trabalhado,  
apesar de eu ter algumas dificuldades,  
mas quanto ao computador possuo,  
habilidades eu sei.

### QUESTIONÁRIO N°5

1) As aulas no lab. de informática são:

- a) Boas. Porque... *conseguimos trabalhar em equipe e aprender*
- b) Mais ou menos. Porque.....
- c) Ruins. Porque.....
- d) Iguais a todas as outras.

Suas sugestões para melhorar são: *mais aulas teóricas e também em horas vagas*

2) Destaque os projetos de que mais gostou e diga o(s) motivo(s) da escolha. *Projeto sobre as Mitocôndrias, porque está dentro da nossa área.*

3) Destaque também o(s) projeto(s) de que menos gostou e o(s) motivo(s). *Projeto sobre crescimento populacional*

### QUESTIONÁRIO N°6

1) As aulas ministradas em classe, de maneira tradicional, são:

- e) Boas. Porque.....
- f) Mais ou menos. Porque... *porque as aulas dão as aulas*
- g) Ruins. Porque..... *monótonas*
- h) Iguais a todas as outras.

2) Quanto as aulas ministradas em classe e no laboratório, você acredita que são:

- a) complementares. Porque... *a teoria completa as práticas*
- b) não se complementam. Porque.....
- c) a aula em classe é dispensável. Porque.....
- d) a aula em laboratório é dispensável. Porque.....

3) Faça uma crítica geral do curso de Cálculo Numérico. (Use o verso da folha se necessário).

*Atualmente acho a matéria cansativa, porém quando começamos a usar o laboratório as aulas tornaram-se mais interessantes, mas como a prática e a teoria são trabalhos mais juntos, eu acho que 2000 as aulas sem as novas turmas foram no laboratório (em maior quantidade) junto com as <sup>aulas em</sup> classes, os dúvidas poderão ser atendidas com mais validade. Com relação ao professor, acho que mudou muito e teve grandes progressos conseguindo alim -*

### QUESTIONÁRIO N°5

- 1) As aulas no lab. de informática são:
- a) Boas. Porque *aprendemos com mais facilidade.*
  - b) Mais ou menos. Porque.....
  - c) Ruins. Porque.....
  - d) Iguais a todas as outras.

Suas sugestões para melhorar são: *as aulas no laboratório de informática foram ótimas, continue com elas.*

- 2) Destaque os projetos de que mais gostou e diga o(s) motivo(s) da escolha: *gostei muito dos últimos projetos que aplicou para resolvermos no MATLAB.*

- 3) Destaque também o(s) projeto(s) de que menos gostou e o(s) motivo(s).....

### QUESTIONÁRIO N°6

- 1) As aulas ministradas em classe, de maneira tradicional, são:
- e) Boas. Porque *aprendemos de outra forma, mas são necessárias.*
  - f) Mais ou menos. Porque..... *na nossa aprendizagem.*
  - g) Ruins. Porque.....
  - h) Iguais a todas as outras.

- 2) Quanto as aulas ministradas em classe e no laboratório, você acredita que são:
- a) complementares. Porque *complementam mais nossa "bagagem" na aprendizagem.*
  - b) não se complementam. Porque.....
  - c) a aula em classe é dispensável. Porque.....
  - d) a aula em laboratório é dispensável. Porque.....

- 3) Faça uma crítica geral do curso de Cálculo Numérico. (Use o verso da folha se necessário).

*O curso foi muito bom a partir das aulas em laboratório de informática pois aprendemos mais a nossa maneira e com isso aprendemos ainda mais. Continue assim com os projetos, as programações, as apostilas e as demonstrações em aula. As explicações no retroprojetor também foram muito valiosas.*

**QUESTIONÁRIO N°3**

1) As aulas no lab. de informática são:

- a) Boas. Porque *sim, porque não dá oportunidade de aprender e conhecer o material*
- b) Mais ou menos. Porque.....
- c) Ruins. Porque.....
- d) Iguais a todas as outras.

Suas sugestões para melhorar são: *Mais tempo, pois não conseguiram terminar o trabalho*

2) Destaque os projetos de que mais gostou e diga o(s) motivo(s) da escolha: *Projeto da epidemia, de tempos lineares, de mínimos, de mínimos repetição, de gráficos, de exemplos práticos para os exercícios*

3) Destaque também o(s) projeto(s) de que menos gostou e o(s) motivo(s): *Epidemia, porque o tempo foi usado para fazer os exercícios e também para fazer os gráficos, mas também gostei com o trabalho com o programa Matlab*

**QUESTIONÁRIO N°6**

1) As aulas ministradas em classe, de maneira tradicional, são:

- e) Boas. Porque.....
- f) Mais ou menos. Porque *em parte com o professor resolver exercícios no livro e até dizer os alunos resolverem*
- g) Ruins. Porque.....
- h) Iguais a todas as outras.

2) Quanto as aulas ministradas em classe e no laboratório, você acredita que são:

- a) complementares. Porque *sim, é bom minar os dois por serem por aula*
- b) não se complementam. Porque.....
- c) a aula em classe é dispensável. Porque.....
- d) a aula em laboratório é dispensável. Porque.....

3) Faça uma crítica geral do curso de Cálculo Numérico. (Use o verso da folha se necessário).

*Quero uma mudança geral, por com o professor ser experiente para melhorar as aulas em parte que deve ter bastante exercícios para praticar e fazer para praticar com o uso de softwares no laboratório. Explorar para que tenha determinado conteúdo.*

QUESTIONÁRIO N°5

- 1) As aulas no lab. de informática são:
- a) Boas. Porque... *as mesmas coisas que aprende na (prática) teoria*
  - b) Mais ou menos. Porque... *uma hora na prática podendo guardar*
  - c) Ruins. Porque... *mais o assunto*
  - d) Iguais a todas as outras.

- 2) Destaque os projetos de que mais gostou e diga o(s) motivo(s) da escolha: *trabalhar mais tempo no laboratório*  
*o aluno que não desista uma maneira de usar o*  
*trabalho com um dia de sete projetos. Foi uma maneira*  
*de trabalhar a teoria com um dia de prática de teoria prática -> 1,2 e*
- 3) Destaque também o(s) projeto(s) de que menos gostou e o(s) motivo(s): *leções aquelas que eu não fiz e não participei da*  
*aula.*

QUESTIONÁRIO N°6

- 1) As aulas ministradas em classe, de maneira tradicional, são:
- e) Boas. Porque.....
  - f) Mais ou menos. Porque.....
  - g) Ruins. Porque..... *essa coisa que muitos alunos não*  
*querem fazer e os professores*
  - h) Iguais a todas as outras. *porque quando não há o estímulo - ler a isto não tem sentido*
- 2) Quanto as aulas ministradas em classe e no laboratório, você acredita que são:
- a) complementares. Porque.....
  - b) não se complementam. Porque... *elas são feitas na maneira tradicional*
  - c) a aula em classe é dispensável. Porque... *usando o computador e sem*
  - d) a aula em laboratório é dispensável. Porque... *estímulo, falta de índice de produtividade.*

- 3) Faça uma crítica geral do curso de Cálculo Numérico. (Use o verso da folha se necessário).  
*nas aulas que estão passando, alguns não conseguem fazer*  
*para a matéria tanto a teoria quanto a prática. E não faz*  
*para as aulas de laboratório, pois (algumas) de tradicional. E não faz*  
*para as aulas que são feitas de professor, porque*  
*parecem ser apenas um texto de "matéria"*  
*sem um curso real, com técnicas novas, com uma*  
*didática nova.*  
*Só que aulas com bons projetos de laboratório e*  
*disseminação o aluno.*  
*ate o nome. Doutor*  
*claire mequitta*

QUESTIONÁRIO N°5

- 1) As aulas no lab. de informática são:
- a) Boas. Porque abrange muitos conhecimentos.
  - b) Mais ou menos. Porque.....
  - c) Ruins. Porque.....
  - d) Iguais a todas as outras.

Suas sugestões para melhorar são : .....

2) Destaque os projetos de que mais gostou e diga o(s) motivo(s) da escolha. Projeto 2 e projeto 3, pois foram bem interessantes pois em vários números da chamada

3) Destaque também o(s) projeto(s) de que menos gostou e o(s) motivo(s).....  
Nenhum.

QUESTIONÁRIO N°6

- 1) As aulas ministradas em classe, de maneira tradicional, são:
- e) Boas. Porque.....
  - f) Mais ou menos. Porque.....
  - g) Ruins. Porque são muito maçantes.
  - h) Iguais a todas as outras.

- 2) Quanto as aulas ministradas em classe e no laboratório, você acredita que são:
- a) complementares. Porque despertam o interesse
  - b) não se complementam. Porque.....
  - c) a aula em classe é dispensável. Porque.....
  - d) a aula em laboratório é dispensável. Porque.....

3) Faça uma crítica geral do curso de Cálculo Numérico. (Use o verso da folha se necessário).

As aulas de cálculo numérico são bem produtivas e é interessante as aulas no laboratório apesar do tempo ser curto para a prática da mesma.

**QUESTIONÁRIO N°5**

1) As aulas no lab. de informática são:

- a) Boas. Porque *incentiva mais o aluno a participar das aulas de cálculo*
- b) Mais ou menos. Porque.....
- c) Ruins. Porque.....
- d) Iguais a todas as outras.

Suas sugestões para melhorar são : *nas pr. contínuas, com o que fazemos, mas a partir de teoria de que fazemos*

2) Destaque os projetos de que mais gostou e diga o(s) motivo(s) da escolha. *Eu gostei da matéria, principalmente das resolução interessantes dessa placa, nos os trabalhos de ~~essa~~ ensino. Naídicia que matriz também, logo em teste do dia o dia*

3) Destaque também o(s) projeto(s) de que menos gostou e o(s) motivo(s). *Gostei de trabalhar e trabalhar e que se pode trabalhar e aprender a trabalhar. 40 aulas, que são muito e difícil de fazer, trabalhar por de um de trabalho, pois o curso de física é o caso de. A maioria os trabalhos (especialmente de física) não são fáceis de fazer, trabalho em casa, pois como nas mães com minha família temo ainda a casa e uma filha para cuidar.*

**QUESTIONÁRIO N°6**

1) As aulas ministradas em classe, de maneira tradicional, são:

- e) Boas. Porque *uso computador que não tem e prática exercícios no caderno*
- f) Mais ou menos. Porque.....
- g) Ruins. Porque..... *sendo que muitas vezes o prof. traz transparências não fica monotona*
- h) Iguais a todas as outras.

2) Quanto as aulas ministradas em classe e no laboratório, você acredita que são:

- a) complementares. Porque *sim, porque resolvemos no caderno e pensamos f/e*
- b) não se complementam. Porque..... *Computar*
- c) a aula em classe é dispensável. Porque.....
- d) a aula em laboratório é dispensável. Porque.....

3) Faça uma crítica geral do curso de Cálculo Numérico. (Use o verso da folha se necessário).

*Faltou tempo para estudar por isso a crítica tem que ser em relação a minha pessoa e não ao curso. Parabéns Nelson ministrou a aula melhor que Física o Cálculo Numérico.*

### QUESTIONÁRIO N°5

- 1) As aulas no lab. de informática são:
- a) Boas. Porque... *são muito mais motivadoras.*
  - b) Mais ou menos. Porque.....
  - c) Ruins. Porque.....
  - d) Iguais a todas as outras.

Suas sugestões para melhorar são : *mais tempo no laboratório p/*  
*haver tempo de esclarecer dúvidas*

- 2) Destaque os projetos de que mais gostou e diga o(s) motivo(s) da escolha:

*Projeto/ Otimização Equilibrada (tem a ver com a rea-*  
*o. População / 2000 idade)*

- 3) Destaque também o(s) projeto(s) de que menos gostou e o(s) motivo(s):

*Não teve o qual não gostei.*

### QUESTIONÁRIO N°6

- 1) As aulas ministradas em classe, de maneira tradicional, são:
- e) Boas. Porque.....
  - f) Mais ou menos. Porque... *elas motivam, deixam dúvidas.*
  - g) Ruins. Porque.....
  - h) Iguais a todas as outras.

- 2) Quanto as aulas ministradas em classe e no laboratório, você acredita que são:

- a) complementares. Porque... *uma completa a outra.*
- b) não se complementam. Porque.....
- c) a aula em classe é dispensável. Porque.....
- d) a aula em laboratório é dispensável. Porque.....

- 3) Faça uma crítica geral do curso de Cálculo Numérico. (Use o verso da folha se necessário).

*No meu ponto de vista, o material se esgotou ao máximo*  
*e consegui motivar os alunos, mesmo sendo uma*  
*disciplina tão complexa.*

QUESTIONÁRIO N°5

- 1) As aulas no lab. de informática são:
- a) Boas. Porque proporciona uma melhor compreensão dos conteúdos
  - b) Mais ou menos. Porque enumerados
  - c) Ruins. Porque.....
  - d) Iguais a todas as outras.

Suas sugestões para melhorar são : .....

.....

.....

- 2) Destaque os projetos de que mais gostou e diga o(s) motivo(s) da escolha:
- Não tive gosto por nenhum projeto em particular. Ache todos muito interessantes e bastante produtivos, pois nos coloca frente aos problemas do cotidiano e possibilita
- 3) Destaque também o(s) projeto(s) de que menos gostou e o(s) motivo(s)..... resolvia

QUESTIONÁRIO N°6

- 1) As aulas ministradas em classe, de maneira tradicional, são:
- e) Boas. Porque.....
  - f) Mais ou menos. Porque participação e interesse dos alunos é funda
  - g) Ruins. Porque..... mental
  - h) Iguais a todas as outras.

- 2) Quanto as aulas ministradas em classe e no laboratório, você acredita que são:
- a) complementares. Porque ambas devem "andar" paralelas para maior aproveitamento do conteúdo
  - b) não se complementam. Porque.....
  - c) a aula em classe é dispensável. Porque.....
  - d) a aula em laboratório é dispensável. Porque.....

3) Faça uma crítica geral do curso de Cálculo Numérico. (Use o verso da folha se necessário).

Uma disciplina bastante importante no curso e o professor dentro de seus limites pode apresentar as formas de utilização da mesma no mundo cotidiano.

Juliana de Almeida Araújo

QUESTIONÁRIO N°5

1) As aulas no lab. de informática são:

- a) Boas. Porque.....
- b) Mais ou menos. Porque na maioria das vezes alguém tenta.....
- c) Ruins. Porque.....
- d) Iguais a todas as outras.

Suas sugestões para melhorar são: Que as aulas fossem mais dinâmicas e que cada aluno tivesse mais contato com a máquina e a explicação de professor.

2) Destaque os projetos de que mais gostou e diga o(s) motivo(s) da escolha:.....

3) Destaque também o(s) projeto(s) de que menos gostou e o(s) motivo(s).....

QUESTIONÁRIO N°6

1) As aulas ministradas em classe, de maneira tradicional, são:

- e) Boas. Porque.....
- f) Mais ou menos. Porque em alguns que saem mais das.....
- g) Ruins. Porque.....
- h) Iguais a todas as outras.

2) Quanto as aulas ministradas em classe e no laboratório, você acredita que são:

- a) complementares. Porque juntamos teoria com a prática.....
- b) não se complementam. Porque.....
- c) a aula em classe é dispensável. Porque.....
- d) a aula em laboratório é dispensável. Porque.....

3) Faça uma crítica geral do curso de Cálculo Numérico. (Use o verso da folha se necessário)

Gostaria de ter aprendida melhor todos os conteúdos mas por causa das dificuldades e de problemas pessoais não foi possível. Foi um curso professor muito bom!

↑ junto com teoria e mais o devera fazer mais nada. Portanto dificuldade o aprendizado oportunidade para os outros aprenderem.

QUESTIONÁRIO N°5

- 1) As aulas no lab. de informática são:
- a) Boas. Porque *Gravamos as aulas para não perder tempo e sempre há jogos e programas*
  - b) Mais ou menos. Porque.....
  - c) Ruins. Porque.....
  - d) Iguais a todas as outras.

Suas sugestões para melhorar são : .....

.....

.....

2) Destaque os projetos de que mais gostou e diga o(s) motivo(s) da escolha: *todos foram interessantes, gostei muito da prática da epidemia e da vitamina*

3) Destaque também o(s) projeto(s) de que menos gostou e o(s) motivo(s): *todos são muito interessantes*

.....

.....

QUESTIONÁRIO N°6

- 1) As aulas ministradas em classe, de maneira tradicional, são:
- e) Boas. Porque *se acha que falta um pouco mais de exercícios*
  - f) Mais ou menos. Porque.....
  - g) Ruins. Porque.....
  - h) Iguais a todas as outras.

- 2) Quanto as aulas ministradas em classe e no laboratório, você acredita que são:
- a) complementares. Porque *se uma vem na sala depois complementamos no laboratório*
  - b) não se complementam. Porque.....
  - c) a aula em classe é dispensável. Porque.....
  - d) a aula em laboratório é dispensável. Porque.....

3) Faça uma crítica geral do curso de Cálculo Numérico. (Use o verso da folha se necessário).  
*acho este curso muito aproveitável, ficamos sabendo muito coisa, muito bem, sempre a utilização do material*

.....

.....

QUESTIONÁRIO N°5

1) As aulas no lab. de informática são:

- a) Boas. Porque começamos a trabalhar em grupo e aprendo mais
- b) Mais ou menos. Porque.....
- c) Ruins. Porque.....
- d) Iguais a todas as outras.

Suas sugestões para melhorar são : mais salas para uns mes computadores

2) Destaque os projetos de que mais gostou e diga o(s) motivo(s) da escolha: as antenas porque esta em nossa área

3) Destaque também o(s) projeto(s) de que menos gostou e o(s) motivo(s).....  
o crescimento populacional porque nunca entendi muito sobre

QUESTIONÁRIO N°6

1) As aulas ministradas em classe, de maneira tradicional, são:

- e) Boas. Porque.....
- f) Mais ou menos. Porque balanço mais na teoria e menos no pratico
- g) Ruins. Porque.....
- h) Iguais a todas as outras.

2) Quanto as aulas ministradas em classe e no laboratório, você acredita que são:

- a) complementares. Porque uma auxilia a outra
- b) não se complementam. Porque.....
- c) a aula em classe é dispensável. Porque.....
- d) a aula em laboratório é dispensável. Porque.....

3) Faça uma crítica geral do curso de Cálculo Numérico. (Use o verso da folha se necessário).

QUESTIONÁRIO N°5

1) As aulas no lab. de informática são:

- a) Boas. Porque motiva e ajuda
- b) Mais ou menos. Porque .....
- c) Ruins. Porque .....
- d) Iguais a todas as outras.

Suas sugestões para melhorar são :

O uso de outros programas e a experimentação dos projetos para uma possível exposição p/ os demais alunos de matemática - a fim de motivá-los para uma aprendizagem futura.

2) Destaque os projetos de que mais gostou e diga o(s) motivo(s) da escolha:

Gostei muito de projeto de sistemas lineares, quando usamos o programa e automaticamente aparece os matrizes e o resultado, não bastante claro p/ os alunos de onde surgiram os resultados.

3) Destaque também o(s) projeto(s) de que menos gostou e o(s) motivo(s):

De um modo geral, gostei de todos os projetos, pois cada um aborda um tema em especial.

QUESTIONÁRIO N°6

1) As aulas ministradas em classe, de maneira tradicional, são:

- e) Boas. Porque .....
- f) Mais ou menos. Porque Depende do Professor, temas e aulas diferentes, na maioria das vezes, o recurso usado é lousa e giz.
- g) Ruins. Porque .....
- h) Iguais a todas as outras.

2) Quanto as aulas ministradas em classe e no laboratório, você acredita que são:

- a) complementares. Porque É uma maneira de trazer os ensinamentos de
- b) não se complementam. Porque uma maneira prática.
- c) a aula em classe é dispensável. Porque .....
- d) a aula em laboratório é dispensável. Porque .....

3) Faça uma crítica geral do curso de Cálculo Numérico. (Use o verso da folha se necessário).

O curso de Cálculo Numérico foi muito bem estruturado pelo pouco tempo que tivemos de aula.

Desde o início com a suspensão do Rno de trabalho, me entusiasmei bastante e até tive tempo de ler o livro, com isso pude acompanhar a evolução do curso, junto que aprendi bastante mais, não foi suficiente p/ me satisfazer. Compreendo que

houveram n fatores que contribuiriam p/ este "atraso"

Desde já Parabéns o Professor pela brilhante atuação e vontade de ensinar.

### QUESTIONÁRIO N°5

- 1) As aulas no lab. de informática são:
- a) Boas. Porque *Ajudam a compreender melhor o exercício*
  - b) Mais ou menos. Porque.....
  - c) Ruins. Porque.....
  - d) Iguais a todas as outras.

Suas sugestões para melhorar são : .....

- 2) Destaque os projetos de que mais gostou e diga o(s) motivo(s) da escolha.
- os projetos de sistemas lineares pois são mais fáceis*

- 3) Destaque também o(s) projeto(s) de que menos gostou e o(s) motivo(s).....
- matrizes autônomas, pois não compreendi o que ele queria*

### QUESTIONÁRIO N°6

- 1) As aulas ministradas em classe, de maneira tradicional, são:
- e) Boas. Porque.....
  - f) Mais ou menos. Porque.....
  - g) Ruins. Porque.....
  - h) Iguais a todas as outras.
- 2) Quanto as aulas ministradas em classe e no laboratório, você acredita que são:
- a) complementares. Porque.....
  - b) não se complementam. Porque *não vi ligação com a matéria dada*
  - c) a aula em classe é dispensável. Porque.....
  - d) a aula em laboratório é dispensável. Porque.....
- 3) Faça uma crítica geral do curso de Cálculo Numérico. (Use o verso, da folha se necessário).
- achei extremamente difícil e longo para muita coisa. Gostaria de ter mais tempo para aprender, pois achei interessante os projetos.*