

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

**A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO INSTRUMENTO DE
AÇÃO POLÍTICA NA SALA DE AULA**

Otávio Roberto Jacobini

Orientadora: Profa. **Dra. Maria Lúcia Lorenzetti Wodewotzki**

Tese de doutorado elaborada junto ao curso de Pós-graduação em Educação Matemática – área de concentração em Ensino e Aprendizagem da Matemática e seus Fundamentos Filosófico-Científicos, para a obtenção do título de Doutor em Educação Matemática.

Rio Claro, SP

2004

510.07 Jacobini, Otavio Roberto
J16m A modelagem matemática como instrumento de ação política na sala de aula / Otavio Roberto Jacobini. – Rio Claro: [s.n.], 2004
225 f. : il, gráfs., tabs., fot.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientadora: Maria Lúcia Lorenzetti Wodewotzki

1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Educação Matemática Crítica. Participação política. 4. Literacia matemática. I.
Título

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI – Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Maria Lúcia Lorenzetti Wodewotzki (Orientadora)

Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba

Prof. Dr. Marcus Vinicius Maltempi

Prof. Dr. Ole Skovsmose

Profa. Dra. Alexandrina Monteiro

Aluno: Otávio Roberto Jacobini

Rio Claro, 20 de dezembro de 2004

Resultado: _____

Dedicatória

A Letícia e Ucha por estarem comigo em todos os momentos.

A Ydisséia, minha mãe, pela vida.

APRESENTAÇÃO E AGRADECIMENTOS

Comecei minhas atividades no magistério, ainda como estudante universitário, ensinando em diversas escolas públicas da região de Campinas. Em 1973 ingressei como docente na PUC-Campinas, Universidade em que leciono Cálculo, Estatística e Instrumentação para o ensino de Matemática.

Em paralelo às minhas atividades docentes tenho participado das entidades de classe relacionadas com o magistério (Associação de Docentes e Sindicato) e, no período compreendido entre 1983 e 1994 exerci, na Universidade, algumas funções administrativas e pedagógicas relacionadas com as coordenações de departamento, de curso e de faculdade.

A convivência de muitos anos com a sala de aula aliada a essas experiências administrativas e sindicais me motivaram a participar mais intensamente da vida acadêmica e me levaram a ingressar, em 1997, no Programa de Pós-graduação em Educação Matemática da UNESP de Rio Claro. Com a dissertação propiciada pela pesquisa sobre a aplicação da modelagem matemática no ensino de estatística concluí, em junho de 1999, a primeira parte dessa minha trajetória.

Na continuidade desse ciclo retornei em 2001 a esse mesmo Programa, agora como doutorando. No projeto apresentado procurei manter a modelagem matemática como foco e, por estar envolvido com a aplicação da tecnologia no ensino de matemática, busquei inicialmente associar a aplicação pedagógica da modelagem aos recursos possibilitados pela Internet. Pelas razões que apresento no capítulo inicial desta tese decidi redirecionar meu estudo, optando por um novo objeto para minha pesquisa. Nesse redirecionamento mantive a modelagem como estratégia de ensino-aprendizagem, porém com meu interesse voltado para analisar a sua potencialidade como instrumento de ação política e social na sala de aula de matemática.

Neste estudo não me refiro à política em seu sentido moderno, relacionada com questões sindicais, ideológicas, doutrinárias ou eleitorais, mas sim, em seu sentido mais aristotélico, relacionada com ações, atuações e participações dos seres humanos na sociedade.

São muitas as gratidões no caminho desta tese. É um prazer percorrê-las. Estas palavras não são minhas, mas sim de Elio Gaspari, em seu livro “A Ditadura Encurralada”. Por considerá-las marcantes, significativas e principalmente representativas dos meus sentimentos em relação àqueles e àquelas que estiveram comigo ao longo desses quase quatro anos, decidi emprestá-la do seu criador. Início e concluo meus agradecimentos com as pessoas que nesta trajetória foram muito importantes para mim.

À professora Maria Lúcia, que mais uma vez me orientou na continuidade desta jornada acadêmica e mais uma vez esteve sempre receptiva para o diálogo, pronta para sugerir caminhos e para me apoiar e, sobretudo, sempre presente.

Aos professores do programa de Pós-graduação por me darem a oportunidade de aprender a ver, de forma diferente, a educação matemática. Ao professor Marcelo Borba, não apenas pelas importantes colaborações, mas também pelas oportunidades que contribuíram para o meu crescimento profissional.

Aos professores Alexandrina Monteiro, Marcelo Borba, Marcus Maltempo e Ole Skovsmose pelas importantes sugestões durante o Exame de Qualificação.

Às direções da Faculdade de Engenharia de Computação e da Faculdade de Matemática da PUC-Campinas pelo apoio dado para a realização do trabalho de campo.

Aos meus alunos Alexander, Danilo, Davi, Deborah, Diogo, Douglas, Evandro, Fábio Felicidade, Fábio Matavelli, Hugo, Janaína, Jefferson, Leonardo, Luis Antonio, Pedro Paulo, Rafael, Ricardo, Rodrigo, Thomas e Vanessa, atores nos cenários, por terem contribuído com interesse e boa vontade para a realização deste trabalho.

Ao Jose Reinaldo Braga, Liliana Aparecida de Lima, Luis Felipe Alonso, Maria das Graças Dallochio, Pedro Lemos, Rita Manjaterra Khater e Silmara Quintana agradeço a assessoria dedicada aos projetos nos cenários construídos. A Kátia Regina Mendes, pela ajuda com os adolescentes do COMEC.

À Maria Lúcia, minha filha, por ter estado comigo nos difíceis momentos de lidar com a língua inglesa.

Ao Paulo um agradecimento especial por sua dedicação na revisão gramatical e pelas excelentes contribuições dadas por ocasião da elaboração do texto final.

Por fim, um agradecimento muito especial à Letícia que mais uma vez compartilhou comigo todos esses momentos e, nas horas difíceis, mais uma vez com carinho e dedicação soube não só me mostrar caminhos, mas, principalmente, me ajudar a percorrê-los.

SUMÁRIO

Índice	i
Índice de tabelas	iv
Índice de gráficos	v
Índice de figuras	vi
Índice de fotos	vi
Resumo	vii
Abstract	viii
Capítulo 1 – Introdução	1
Capítulo 2 - Ambientes de aprendizagem de matemática baseados na investigação e na reflexão	18
Capítulo 3 - A metodologia da pesquisa	74
Capítulo 4 - O cenário para investigação “Eleições Presidenciais”	88
Capítulo 5 – O cenário para investigação “Estresse e Democracia”	113
Capítulo 6 – O cenário para investigação “Matemática e Cidadania” ..	139
Capítulo 7 – Análise e interpretações	168
Capítulo 8 – Considerações finais	201
Bibliografia	215
Apêndices	226
Anexos	252

ÍNDICE

Capítulo 1 – Introdução	1
1.1. A experiência pedagógica precursora desta investigação: a modelagem matemática com o apoio da educação à distância	2
1.2. Em busca de um novo objeto para a pesquisa.....	4
1.3. A diretriz da pesquisa e a construção da pergunta.....	6
1.4. A organização da tese.....	16
Capítulo 2 – Ambientes de aprendizagem de matemática baseados na investigação e na reflexão	18
2.1. A educação crítica e a matemática crítica	20
2.1.1. A prática educativa crítica	20
2.1.2. A educação matemática e a educação crítica.....	27
2.2. Os ambientes de aprendizagem e os cenários para investigação.....	32
2.2.1. A investigação e a reflexão na aula de matemática.....	32
2.2.2. Ambientes de aprendizagem e cenários para investigação.....	36
2.2.3. A caracterização dos cenários para investigação.....	43
2.3. Os ambientes de aprendizagem baseados no trabalho com projetos e na modelagem matemática	49
2.3.1. O trabalho com projetos ou a pedagogia de projetos.....	50
2.3.1.1. O projeto pedagógico.....	52
2.3.1.2. A caracterização dos projetos de trabalho.....	53
2.3.2. A modelagem matemática	57
2.3.3. A modelagem matemática associada ao trabalho com projetos	64
2.3.4. O papel da tecnologia nos cenários investigativos	66
Capítulo 3 – A metodologia da pesquisa	74
3.1. A escolha da metodologia da pesquisa.....	74
3.2. Os participantes da pesquisa.....	78
3.3. Os procedimentos.....	80
3.3.1. Em relação aos instrumentos.....	80
3.3.2. As sessões iniciais e finais do trabalho.....	83
3.4. A análise dos dados.....	84

Capítulo 4 – O cenário para investigação “Eleições Presidenciais”.....	88
4.1. O Projeto “Pesquisa de intenção de votos entre os estudantes da PUC-Campinas”.....	88
4.2. O grupo de trabalho.....	89
4.3. O trabalho investigativo relacionado com o projeto.....	91
4.3.1. As discussões relacionadas com os conceitos estatísticos utilizados na pesquisa eleitoral.....	93
4.3.2. A pesquisa amostral sobre intenção de votos	97
4.4. As reflexões sobre o trabalho investigativo.....	100
4.4.1. O debate político “Brasil: agora é decisão, a Puc-Campinas na eleição”.....	101
4.4.2. Discussões e reflexões sobre prévias eleitorais.....	104
4.4.3. A discussão na sala de aula.....	110
Capítulo 5 – O cenário para investigação “Estresse e Democracia”.....	113
5.1. O projeto “Orçamento Participativo”.....	113
5.2. O grupo de trabalho.....	114
5.3. O trabalho investigativo relacionado com o projeto.....	116
5.3.1. O primeiro passo: a entrevista com o coordenador do Orçamento Participativo de Campinas.....	117
5.3.2. As descobertas sobre o orçamento municipal de Campinas	118
5.3.3. Orçamento Participativo em Campinas: a participação popular em decisões de interesse da comunidade	121
5.3.4. Pesquisa de opinião sobre o Orçamento Participativo: uma relação entre o tema e o conteúdo estatístico	122
5.4. As reflexões sobre o trabalho investigativo – a experiência na escola Dr. João Alves dos Santos	125
5.4.1. A experiência na escola Dr João Alves dos Santos	128
5.4.1.1. O Primeiro encontro na escola.....	129
5.4.1.2. O exercício de cidadania com a “Conta Escola”	131
5.4.1.3. O terceiro momento – as aulas de informática	135
5.5. As discussões na sala de aula	136

Capítulo 6 – O cenário para investigação “Matemática e Cidadania” .	139
6.1. O projeto “Tributação e imposto de renda”	139
6.1.1. O grupo de trabalho	140
6.1.2. O trabalho investigativo relacionado com o projeto	142
6.1.2.1. O imposto de renda e a matemática	143
6.1.2.2. As parcelas a deduzir em cada faixa para garantir a continuidade da função	145
6.1.2.3. Ampliando o número de faixas e introduzindo novas alíquotas	147
6.1.2.4. Introduzindo modelos de imposto de renda de outros países	150
6.1.3. Discussões e reflexões decorrentes do projeto “Tributação e imposto de renda”	152
6.2. A experiência pedagógica e comunitária com adolescentes do COMEC ...	154
6.2.1. Os adolescentes do COMEC	156
6.2.2. Os participantes do projeto	157
6.2.3. O desenvolvimento das atividades	158
6.2.3.1. As atividades com a Internet – a página do grupo COMEC	159
6.2.3.2. As atividades com a matemática	160
6.2.4. A festa de encerramento	165
 Capítulo 7 – Análise e interpretações	 168
7.1. As possibilidades sociais e políticas através do trabalho com a modelagem no âmbito dos cenários investigativos	169
7.1.1. Os cenários construídos com os alunos de Engenharia de Computação.....	171
7.1.2. O cenário construído no curso de Licenciatura em Matemática	176
7.2. As possibilidades sociais e políticas como um componente de literacia matemática	182
 Capítulo 8 – Considerações finais	 201
8.1. A vertente política no trabalho com a modelagem	203
8.2. As dificuldades no passado	210
8.3. E um olhar para o futuro	213
 Bibliografia	 215

APÊNDICES

Apêndice A: Formato do diário de campo.	226
Apêndice B1: Roteiro para a entrevista com os integrantes dos cenários “Eleições Presidenciais” e “Estresse e Democracia”.	227
Apêndice B2: Roteiro para a entrevista com os integrantes do cenário “Matemática e Cidadania”.	232
Apêndice C: Formulário para inscrição dos grupos nos cenários.	235
Apêndice D: Exercício sobre linhas de tendência (capítulo 4).	236
Apêndice E: Trabalho de estatística no laboratório de informática - teste de Bernout (capítulo 5).	237
Apêndice F: Questionário para a coleta de dados dos alunos da Escola Municipal Dr. João Alves dos Santos (capítulo 5).	239
Apêndice G: Atividades desenvolvidas com os adolescentes do COMEC (capítulo 6).	241
Apêndice H: Controle do tempo destinado para a realização do trabalho.	250

ANEXOS

Anexo A: Página do projeto “Ambientes de Aprendizagem”	252
Anexo B: Projeto “Intenção de Votos entre os estudantes da PUC-Campinas - trabalho completo (capítulo 4).	253
Anexo C: Reportagem sobre a prévia eleitoral na revista Antena (capítulo 4). ...	269
Anexo D: Texto “Da importância da matemática na percepção política” (capítulo 4).	270
Anexo E: Projeto “Orçamento Participativo” - trabalho final (capítulo 5).	271
Anexo F: Projeto “Estresse entre universitários” - trabalho final (capítulo 5).	311
Anexo G: Projeto “Tributação e Imposto de Renda” - trabalho final (capítulo 6).	331
Anexo H1: Transcrição das entrevistas (cenário “Eleições Presidenciais”).	375
Anexo H2: Transcrição das entrevistas (cenário “Estresse e Democracia”).	409
Anexo H3: Transcrição das entrevistas (cenário “Matemática e Cidadania”).	475

LISTA DE TABELAS

Tabela 4-1: Distribuições dos alunos por área (população), no projeto amostral e na amostra obtida	97
Tabela 4-2: Preferência dos eleitores por área do curso	100
Tabela 4-3: Posição dos eleitores de Lula sobre acordo FMI	100
Tabela 4-4: Posição dos eleitores de Lula sobre acordo ALCA	100
Tabela 5-1: Construção dos intervalos de confiança 95% e 99% para a média .	138

Tabela 6-1: Diferenças no salário provocadas pela descontinuidade da função .	147
Tabela 6-2: Simulações relativas ao cálculo do imposto de renda nas três situações consideradas	149
Tabela 6-3: Forma de cobrança do IR na Holanda. Valores em euros	150
Tabela 6-4: Comparação entre os dois modelos (o atual e o modelo 5).....	151
Tabela 8-1: Comentários sobre resultados em cada um dos cenários	206

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4-1: <i>Tamanho da amostra n em função de p*, quando NC = 95% e m.e. = 5%</i>	95
Gráfico 4-2: Intenção de votos e do índice de rejeição para Presidente da República	99
Gráfico 4-3: Intenções de votos para o Governo de São Paulo e para Senador por São Paulo	100
Gráfico 4-4: As linhas de tendência de G. Alkimin e de J. Genuíno.....	109
Gráfico 5-1: Fontes de Receita (2002) - não há informação sobre empréstimo bancário.....	119
Gráfico 5-2: Previsão de Receita para 2003, em relação às suas fontes - não há previsão de empréstimos	119
Gráfico 5-3: Distribuição das Principais Fontes de Receita em 2002	119
Gráfico 5-4: Previsão das Principais Fontes de Receita para 2003	120
Gráfico 5-5: Distribuição da despesa em 2001.....	120
Gráfico 5-6: Previsão de despesas para 2003	120
Gráfico 5-7: Desconhecimento dos entrevistados em relação à distribuição da receita e da despesa no orçamento municipal	124
Gráfico 5-8: Opinião sobre a forma democrática do OP	125
Gráfico 5-9: Teste sobre normalidade dos escores	138
Gráfico 5-10: Curva normal correspondente aos escores	138
Gráfico 6-1: Função IR sem a existência de parcelas a deduzir	145
Gráfico 6-2: Função IR com as parcelas a deduzir em cada faixa	146
Gráfico 6-3: Derivada da função IR	146
Gráfico 6-4: Função contribuição ao INSS	147
Gráfico 6-5: Comparativo dos quatro modelos relativos ao IR	148
Gráfico 6-6: Comparativo entre os modelos 1 e 5	151

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Relação entre os ambientes de aprendizagem (Skovsmose, 2000)..	40
Figura 2-2: Tarefas desempenhadas por alunos e professores nos cursos de Modelagem (Barbosa, 2000)	61
Figura 2-3: Formato da página Ambiente de Aprendizagem de Aprendizagem ..	73
Figura 4-1: Recorte da planilha para a tabulação dos dados coletados nas entrevistas	99
Figura 4-2: Gráfico elaborado pelo Jornal	107
Figura 4-3: Gráfico refeito pelo professor Marcelo Tragtember	107
Figura 5-1: Formato da página na Internet sobre o Orçamento Participativo	117
Figura 5-2: Melhor proposta para a distribuição da “conta-escola” na opinião dos alunos da 8ª série	134
Figura 6-1: Formato da página na Internet relativa ao cenário “Matemática e Cidadania”	142
Figura 6-2: Página construída pelo grupo COMEC	159

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 4-1: Momento de entrevista	102
Foto 4-2: Momento de entrevista	102
Foto 4-3: Instante em que uma estudante é entrevistada	102
Foto 4-4: Momento da apresentação das opiniões do grupo em relação ao trabalho realizado	103
Foto 5-1: Exposição sobre tópicos do OP	129
Foto 5-2: Exposição sobre tópicos do OP	129
Foto 5-3: Momento em que as propostas eram anotadas no quadro	133
Foto 5-4: Mural com os trabalhos dos alunos da escola Dr João Alves	136
Foto 6-1: Explicações sobre as parcelas que compõem a função IR	143
Foto 6-2: O grupo de participantes reunido no laboratório	159
Foto 6-3: O envolvimento com os problemas matemáticos	161
Foto 6-4: O envolvimento com os problemas matemáticos	163
Foto 6-5: O envolvimento com os problemas matemáticos	165
Foto 6-5: Integrantes do cenário recebendo seus certificados de participação ..	167
Foto 6-6: Adolescentes do COMEC em atividade de apoio aos deficientes do CIAD	167

RESUMO

Com esta pesquisa busquei analisar as possibilidades de crescimento político dos estudantes, quando a modelagem matemática é adotada como estratégia de ensino-aprendizagem. Considero essas possibilidades como reflexões que se identificam com questionamentos, críticas, ações e transformações. Ao inserir este estudo no contexto da Educação Matemática Crítica baseei minha pesquisa bibliográfica em autores que se identificam com esse movimento. Adotei na pesquisa uma abordagem qualitativa e para a coleta de dados organizei três ambientes de aprendizagem, denominados cenários para investigação, com estudantes voluntários das séries iniciais dos Cursos de Matemática e de Engenharia de Computação, ambos da PUC-Campinas. A análise dos dados indica que o crescimento político dos atores nos cenários associa-se, de um lado, com a conscientização política resultante da sua atuação em investigações diretamente relacionadas com os temas dos projetos de modelagem, nas discussões que acompanham os resultados obtidos e no debate sobre o alcance desses resultados e sobre as conseqüências sociais do trabalho realizado. Do outro lado, esse crescimento associa-se com uma ação política que se concretiza por meio do envolvimento do estudante com a comunidade. Concluo este estudo indicando que o processo de crescimento político dos estudantes deve ser pensado como uma forma de alfabetização matemática, estreitamente relacionada com o núcleo de uma literacia matemática voltada para mudanças sociais.

Palavras-chave: Educação Matemática Crítica; Modelagem Matemática; Participação Política; Literacia Matemática.

ABSTRACT

With this research I intended to analyze the possibilities of the students' political growth when the mathematical modelling is adopted as teaching-learning strategy. I consider those possibilities as reflections that identify with questioning, critics, actions and transformations. When inserting this study in the context of the Critical Mathematics Education I based my bibliographical research on authors that identify with this movement. The research was performed within a qualitative approach, starting from the construction of three learning environment, denominated scenarios to investigation, organized with voluntary students from the initial series of the courses of Mathematics and Engineering of Computation, both of PUC-Campinas University. The analysis of the data indicates that the actors' political growth in the sceneries associates, on a side, with the political awareness as a result of their involvement in investigations directly related with the themes of the modelling projects, in the discussions that accompany the obtained results and in the debate about the reach of those results, and about the social consequences of the accomplished work. On the other hand, that growth associates with a political action that is rendered through the student's involvement with the community. I conclude this study indicating that the process of the students' political growth should be thought as a form of mathematical literacy, strictly related with the nucleus of a mathematical literacy focused on social changes.

Keywords: Critical Mathematics Education; Mathematical Modelling; Political Involvement; Mathematical Literacy.

1. INTRODUÇÃO

“A democracia é, como o saber, uma conquista de todos. Toda a separação entre os que sabem e os que não sabem, do mesmo modo que a separação entre as elites e o povo, é apenas fruto de circunstâncias históricas que podem e devem ser transformadas”.

Francisco Weffort (1974, p. 12)

No traçado preliminar do meu estudo planejei analisar a potencialidade da educação a distância como estratégia complementar à aplicação da modelagem matemática em sala de aula. Posteriormente, após a realização de uma experiência de ensino envolvendo modelagem matemática e educação a distância, de alguns debates e de novas leituras não só sobre esses temas, mas também sobre outros correlatos e do meu interesse em reflexões políticas relacionadas com o ensino e com a aprendizagem de matemática, decidi reorganizar esse traçado.

Nessa reorganização, concentrei minha atenção em ambientes pedagógicos centrados na aplicação da modelagem matemática associada ao trabalho com projeto que não apenas propiciassem a aprendizagem dos conteúdos curriculares e a exploração de aplicações de matemática, mas também privilegiassem problematizações de questões inerentes a esses conteúdos, investigações relacionadas com essas questões, discussões políticas sobre os resultados oriundos dessas problematizações e dessas investigações e a inserção dos atores participantes desses ambientes em atividades externas à sala de aula, de modo que o conhecimento matemático resultante do processo de aprendizagem pudesse ser compartilhado com outros setores da comunidade.

Vejo tais ambientes como cenários pedagógicos fortemente relacionados com o ensino de uma matemática crítica, nos quais as reflexões sobre o que se aprende, como se aprende e para que se aprende, tanto em relação ao próprio conteúdo matemático como no relacionamento, nas implicações e nas conseqüências desse conteúdo com os interesses dos alunos e da comunidade têm a mesma importância que a aprendizagem de algoritmos, de técnicas matemáticas e da escolha de

modelos apropriados. A construção desses ambientes baseia-se, principalmente, nas considerações feitas por Skovsmose (2000, 2001a e 2001b) que sobre esse tema quer sobre a Educação Matemática Crítica.

Considero importante destacar que neste capítulo inicial pretendo familiarizar o leitor com minhas idéias sobre os principais temas abordados ao longo do trabalho. Como Goldemberg (1998), penso que a motivação para a continuidade da leitura depende da compreensão do objeto do estudo, do que será encontrado no corpo do texto, dos autores em que o estudo se baseia e das questões para quais respostas são procuradas. Por essa razão, pontos que são abordados nos capítulos a eles destinados são previamente apresentados na Introdução e, alguns deles, retomados ao longo do texto, em diferentes momentos.

Início o capítulo abordando minha experiência pedagógica relacionada com a educação a distância, destacando as razões que me levaram ao redirecionamento do meu trabalho. Em seguida, com a intenção de posicionar meu estudo no contexto da modelagem matemática e de construir a pergunta diretriz da pesquisa, analiso os pensamentos de alguns autores em relação à aplicação da modelagem como instrumento pedagógico. Ao encerrar essa Introdução descrevo, resumidamente, os conteúdos dos demais capítulos desta tese.

1.1 A experiência pedagógica precursora desta investigação: a modelagem matemática com o apoio dos recursos da educação a distância

Em pesquisa anterior, como mestrando em Educação Matemática, analisei a aplicação da modelagem matemática no ensino de Estatística em cursos pertencentes às ciências humanas e sociais (JACOBINI, 1999; JACOBINI e WODEWOTZKI, 2001). Justamente por acreditar na potencialidade pedagógica da aplicação da modelagem no ensino de matemática, ao elaborar novo projeto de pesquisa decidi continuar nesse campo de estudo.

Quando a modelagem matemática é aplicada em cursos regulares de graduação, o conteúdo programático da disciplina é desenvolvido a partir de temas escolhidos pelos estudantes ou trazidos pelo professor. A opção por temas de interesse do aluno amplia a sua motivação para o estudo e o seu comprometimento

com as tarefas inerentes ao trabalho com a modelagem (investigações, construções de modelos, simulações, discussões de resultados, relatórios), além de gerar uma expectativa de como esse assunto vai relacionar-se com a matemática. Esse relacionamento torna-se o principal responsável pelo desenvolvimento do conteúdo curricular.

Fazer esse relacionamento com o programa da disciplina é, na maioria das vezes, a atividade mais difícil para o professor, principalmente porque ele precisa realizar esse trabalho em sala de aula, muitas vezes sem ter tido a possibilidade de preparar suas atividades (os assuntos surgem em função dos problemas), com vários grupos reclamando a sua presença e com pouco tempo para refletir sobre as questões levantadas pelos alunos.

A necessidade de coleta de dados e de pesquisa sobre o assunto em estudo é uma característica importante do trabalho com a modelagem no ensino e essas tarefas são, geralmente, realizadas em grupos de alunos. Os resultados dessas tarefas e a necessidade de se buscarem respostas para as questões levantadas por eles constituem-se no próprio embasamento das atividades didáticas relativas aos tópicos do programa do curso. E aí reside outra dificuldade de monta para o professor, uma vez que tais atividades extra-classe se desenvolvem em ritmos e prazos diferentes, de acordo com dinâmicas próprias de cada grupo, o que representa séria ameaça para um desenvolvimento harmônico e tempestivo do programa.

Ao constatar que esses dois pontos (o relacionamento entre os diversos temas escolhidos pelos alunos com o programa do curso - sem perder a riqueza das discussões em sala de aula - e a dinâmica de trabalho dos grupos) representavam as maiores dificuldades para o professor aplicar a modelagem no ensino de matemática, principalmente em classes numerosas (comuns em cursos de graduação), preocupei-me em considerar outras estratégias como alternativas complementares à aplicação desse enfoque pedagógico.

A expansão da Internet como decorrência do desenvolvimento tecnológico e em especial a Web e o correio eletrônico, tem ampliado a discussão sobre o que é convencionalmente chamado de Educação a distância (EAD). São muitas as

definições propostas para a EAD e todas elas apresentam em comum a utilização da tecnologia no ensino (particularmente os recursos da Internet) e a não obrigatoriedade da presença dos estudantes na sala de aula. A aplicação dos recursos da EAD ao trabalho com a modelagem pareceu-me uma estratégia adequada para a superação dessas dificuldades.

Coloquei, na ocasião, o problema central do estudo da seguinte maneira: qual é o impacto da aplicação dos recursos da EAD quando aplicado como estratégia pedagógica complementar ao trabalho com a modelagem no ensino de matemática em cursos de graduação? Ou de uma forma mais específica: de que forma a utilização dessa estratégia pode contribuir para o relacionamento entre os diversos temas escolhidos pelos alunos com o programa de curso (sem perder a riqueza das discussões em sala de aula) e na dinâmica de trabalho dos grupos, apontados no estudo como sendo as maiores dificuldades para a aplicação da modelagem no ensino de matemática?

O piloto da pesquisa foi realizado com um grupo de oito alunos do curso de Engenharia de Computação da PUC-Campinas, matriculados na disciplina de Estatística no segundo semestre de 2001. A descrição do trabalho e os principais resultados encontram-se publicados em Jacobini e Wodewotzki (2003a e 2003b).

1.2 Em busca de um novo objeto para a pesquisa

Os resultados dessa investigação preliminar mostraram-se favoráveis para a associação entre o tema e o programa, para a otimização da relação entre a dinâmica dos grupos e o desenvolvimento do conteúdo e para a busca de informações, principalmente através da Internet. Além disso, as facilidades de comunicação possibilitadas pelo correio eletrônico, tanto entre professor e alunos como entre eles próprios, permitiram que os trabalhos pedagógicos pudessem ser desenvolvidos independentemente do espaço e do tempo.

Entretanto, quando se opta por trabalhos a serem realizados fora da sala de aula, devem ser maiores as preocupações com o cumprimento de cronogramas, com controles da execução das tarefas programadas e com avaliações específicas de aprendizagem, dado que foi possível perceber que há uma tendência no aluno,

ao se sentir “livre” da sala de aula, em postergar atividades relativas ao trabalho e dar prioridades a outras tarefas, como por exemplo, as sujeitas à avaliação em disciplinas que exigem a presença em classe. A construção de um contrato pedagógico entre o professor e o estudante pode ser uma alternativa para se enfrentar esta situação. Falo sobre o contrato pedagógico no capítulo dois, juntamente com a abordagem que faço sobre os projetos de trabalho.

Ao planejar o transporte do cenário criado com o grupo de oito alunos para uma classe completa, percebi que os problemas originários do estudo tendiam a permanecer, agravados pelas preocupações com cronogramas, com comportamentos e com o que Monteiro e Pompeu Jr. (2001) chamam de “obstáculos estudantis” (o uso da modelagem em si foge da rotina do ensino tradicional e os estudantes podem se perder. Esta situação pode agravar-se estando o professor longe, fisicamente, de seus alunos). Mesmo assim, apesar de relevante, as preocupações decorrentes do transporte de cenário não foram a principal razão para o redirecionamento do trabalho, constituindo-se ao contrário em estímulo para uma futura retomada da investigação, certo de que as dificuldades são contornáveis.

A razão para a busca de um novo objeto para minha pesquisa tem a ver com a percepção da importante relação entre investigação e reflexão quando se pensa no trabalho com modelagem ou com projeto em sala de aula. Essa percepção, resultante das minhas leituras (e releituras) de diversos autores, dos quais destaco Ole Skovsmose, Paulo Freire e Ubiratan D’Ambrosio, das discussões com meus pares, com minha orientadora e com meus professores, da minha experiência política enquanto professor e da minha observação sobre o piloto da experiência, proporcionou-me a oportunidade de estabelecer o novo objeto para a pesquisa

“A modelagem matemática como instrumento de ação política na sala de aula”.

Neste estudo, não relaciono política com questões eleitorais, ideológicas ou doutrinárias, mas sim, da mesma forma que Mellin-Olsen (1987), com ações, atuações e participações dos seres humanos na sociedade. Ou, como especifica Demo (1995), a política se aplica igualmente aos horizontes em que transparecem “dimensões típicas da qualidade humana, tais como: na identidade cultural das

comunidades, nos processos educativos, na expressão lúdica do ser humano, enquanto manifestação da capacidade criativa, e assim por diante” (p.243).

1.3. A diretriz da pesquisa e a construção da pergunta

Quando o professor aplica a modelagem como estratégia pedagógica na sala de aula, ele tem a intenção de ensinar matemática. Ao explorar as aplicações matemáticas no dia-a-dia, a construção de modelos e o relacionamento entre a matemática utilizada na modelagem e o conteúdo programático, o professor oferece ao aluno a oportunidade de conviver com um conteúdo vivo, prático, útil e com bastante significado. Essa convivência coincide com o que D’Ambrosio (1991) chama de matemática viva.

Entretanto, vejo essa ação de ensinar e de aprender como sendo apenas uma das possibilidades oferecidas pela modelagem. Ao restringir a ela suas pretensões pedagógicas, o professor mantém seu olhar exclusivamente na matemática e deixa de considerar outras oportunidades que podem contribuir tanto para o crescimento intelectual do estudante como para a sua formação crítica enquanto cidadão presente em uma sociedade altamente tecnológica, globalizada e com forte presença da matemática. Dentre as oportunidades enfatizo as de ações sociais e políticas, diretamente relacionadas com o meu objeto de estudo, possibilitadas pelo trabalho investigativo inerente à aplicação da modelagem, pelas reflexões que decorrem dos resultados obtidos e por atuações na comunidade com a intenção de compartilhar o conhecimento matemático resultante do processo de aprendizagem.

A presença da investigação no trabalho com a modelagem relaciona-se, de um lado, com os aspectos matemáticos que envolvem o projeto (o que Ponte; Brocardo e Oliveira (2003) chamam de investigações matemáticas na sala de aula) e compreende, principalmente, explorações preliminares sobre o assunto, formulações de questões, levantamento de hipóteses, obtenção e organização de dados, estudo do ferramental matemático disponível para a construção do modelo e possibilidades de relacionamento desse material com o conteúdo programático. Por outro lado, relaciona-se com a imersão do estudante no objeto do estudo com a intenção de ampliar o seu conhecimento sobre o mesmo e sua percepção tanto da relação entre o material investigado e a matemática quanto dos componentes externos a ela

(políticos, sociais, econômicos, ambientais, etc.), presentes nesse material. Destaco como os principais procedimentos para se conseguir essa imersão, as consultas em livros, jornais, revistas e na Internet, as entrevistas com especialistas sobre o tema e as discussões dos estudantes com o professor e entre eles próprios.

A importância dessas duas vertentes investigativas associadas ao trabalho com construção de modelos é compartilhada pela maioria dos pesquisadores interessados na modelagem como instrumento pedagógico, muito embora seja perceptível na maioria deles, uma predominância das investigações relacionadas com os aspectos matemáticos.

Ao analisar o pensamento de alguns pesquisadores em relação à aplicação da modelagem como instrumento pedagógico, faço-o com a intenção de, inicialmente, posicionar meu estudo no contexto da modelagem matemática e, em seguida, construir a pergunta diretriz da minha pesquisa.

Biembengut e Hein (2000), no livro “Modelagem matemática no ensino” têm preocupações quase que exclusivas com modelos e investigações matemáticas. Nele, os autores apresentam sete propostas (chamadas “modelos matemáticos para ensinar matemática”) e, em todas elas, os professores enfatizam a construção do modelo a partir de um conjunto de procedimentos agrupados em três etapas: interação (reconhecimento da situação-problema e familiarização com o assunto a ser modelado), matematização (formulação do problema através de uma linguagem matemática e resolução do problema) e o modelo matemático em si (validação através de dados disponíveis e interpretação da solução seguida de discussões sobre os resultados obtidos)¹. Os autores preocupam-se bastante com a relação entre a modelagem e o conteúdo programático e, para eles, a responsabilidade da escolha do tema pode ser tanto dos alunos (vantajoso, para que eles se sintam participantes no processo) quanto do professor (que possui uma visão geral do programa que precisa ser desenvolvido).

As preocupações de Galbraith (1995) com a modelagem são igualmente direcionadas para investigações matemáticas, muito embora o autor considere

¹ Ressalto, entretanto, que Biembengut (2000), no artigo Modelagem & Etnomatemática: pontos (in)comuns, pondera sobre a importância da relação entre o objeto investigado e a matemática e sobre a valorização das culturas sociais em trabalhos com modelagem.

também a importância da discussão dos resultados, das interpretações e de habilidades auxiliares como aprendizagem em grupo, comunicação oral e relatórios escritos. O trabalho com modelagem em sala de aula, segundo Galbraith, desenvolve-se através de três estágios, a saber, aplicações padronizadas, encontradas em textos convencionais: após as discussões matemáticas necessárias para a obtenção de soluções, os aspectos próprios da modelagem são introduzidos (significados, limites, discussões sobre os resultados matemáticos, decisões, generalizações, etc.); modelagem estruturada, quando questões reais ou relacionadas com a realidade são consideradas juntamente com as formulações das aplicações (neste estágio há uma forte assessoria do professor, tanto no apoio para construções de modelos e para sua resolução, como nas orientações para a busca de informações); modelagem aberta, quando os estudantes são incentivados a trabalhar com situações reais que, de certa forma, os envolvem, buscando informações, desenvolvendo habilidades para a formulação de modelos de realidades complexas, encontrando respostas para esses modelos, interpretando e adaptando essas respostas e promovendo discussões sobre os resultados. Para o autor, apesar desses estágios não serem excludentes, sendo inclusive sua integração incentivada, é nesse último formato que o processo de modelagem, estritamente considerado, ocorre.

No livro “Ensino-aprendizagem com modelagem matemática”, Bassanezi (2002) apresenta um grande número de situações-problema (algumas das quais originárias de temas amplos e outras relacionadas com nosso dia-a-dia) e, apesar da preocupação central do autor concentrar-se na formulação do modelo matemático e na busca da melhor técnica matemática e do método numérico mais adequado para a obtenção dos resultados, percebem-se incentivos a investigações que extrapolam questões matemáticas. Bassanezi (1999), em seus cursos sobre modelagem orienta seus alunos a, preliminarmente ao processo de construção de modelos, inteirarem-se do tema do projeto e, após a conclusão dos trabalhos, gerarem um relatório contendo os resultados obtidos.

Para o autor, o início de uma modelagem se faz com a escolha de temas, sendo importante que essa escolha seja da responsabilidade dos alunos, pois, desta

forma, eles se sentirão co-responsáveis pelo processo de aprendizagem, o que torna sua participação mais interessada e mais efetiva.

A investigação é uma das ações presentes nos projetos interdisciplinares e nos trabalhos baseados em temas transversais. O trabalho interdisciplinar, centrado na modelagem matemática e com o apoio de calculadoras gráficas, é explorado por Borba em suas disciplinas no curso de Biologia da UNESP de Rio Claro (Borba, 1999; Borba, Meneghetti e Hermini, 1997; Borba e Bovo, 2001/2002). Em seus trabalhos acadêmicos centrados em assuntos extraídos do campo da Biologia, os alunos, orientados pelo professor Borba, além de relacionarem a matemática curricular com as questões investigadas (específicas do seu futuro campo profissional) e de buscarem significados na Biologia para interpretar os resultados matemáticos por eles encontrados, ampliam seu conhecimento sobre os temas de trabalho. Como Bassanezi, Borba também considera que no trabalho com a modelagem, a escolha do tema deve ser da competência do grupo de alunos.

Em trabalho mais recente, Borba e Bovo (2001/2002) discutem possibilidades de estudantes que participaram de grupos de modelagem engajarem-se em projetos acadêmicos, dando continuidade aos estudos iniciados nas aulas de matemática a partir de problemas de interesse deles. Ao se preocuparem com essa discussão, os autores investem no estudo sobre a importância da modelagem para a formação científica do estudante (que extrapola o papel do professor na sala de aula) e, conseqüentemente, para propiciar novos interesses investigativos através de projetos de iniciação científica, especialização, mestrado ou doutorado.

Para Monteiro e Pompeu Jr. (2001), no livro “A matemática e os temas transversais” (2001), a modelagem é uma das possibilidades metodológicas na perspectiva pedagógica da etnomatemática. Para os autores, nessa perspectiva incluem-se questões fundamentais do cotidiano que devem fazer parte do conteúdo escolar, pois são elas que dão significado tanto ao aprendizado do aluno quanto ao papel da escola na comunidade a que pertence (p. 65). Entretanto, os pesquisadores esclarecem que, nessa perspectiva, apenas a escolha de questões do cotidiano para o ensino de matemática não é suficiente, pois é preciso também que o professor e os estudantes reflitam sobre os significados da aprendizagem e

sobre a influência dos resultados matemáticos em suas vidas e na vida da própria comunidade. Como dizem os autores, “[...] não devemos nos fixar a um tema apenas com o único objetivo de ensinar matemática. É necessário saber o porquê daquele assunto, e que questões mais amplas ele pretende responder” (p. 64).

De acordo com Monteiro e Pompeu Jr, a aplicação da modelagem nessa perspectiva da etnomatemática é uma das maneiras de buscar a transversalidade em sala de aula. Nesse trabalho com temas transversais, a formulação do modelo matemático é um procedimento que precisa ser adotado conjuntamente com outros como investigações diversas sobre o objeto de estudo, visita a locais relacionados com esse objeto, entrevistas, relações do assunto com outras disciplinas ou com outras áreas do conhecimento, construções e discussões tanto sobre o processo de trabalho como sobre os resultados. É o que mostra o projeto “A confecção de recipientes para o cultivo de mudas de legumes e hortaliças” (p. 113). Para os autores, é importante que a responsabilidade pela escolha da temática de trabalho seja dos alunos para que os conhecimentos sociais e culturais do educando possam ser mais facilmente trazidos para a escola, muito embora eles considerem que este não seja o único procedimento possível.

Para Skovsmose (2000, 2001a), a modelagem matemática (ou o trabalho com projetos) no contexto educacional deve ser vista sob a ótica da Educação Crítica e, conseqüentemente, investigações e reflexões relacionadas com o trabalho realizado devem ser incentivadas em paralelo ao trabalho com construções de modelos e com aplicações matemáticas. Para o autor, reflexões na Educação Matemática estão associadas ao conhecer reflexivo (competência de refletir sobre o uso da matemática e avaliá-la) e, como ele afirma, “têm a ver com avaliações das conseqüências do empreendimento tecnológico (habilidades em aplicar a matemática e as competências na construção de modelos)” (2001a, p. 116).

Para dar suporte ao trabalho investigativo, Skovsmose propõe a construção de ambientes pedagógicos na sala de aula que favoreçam a investigação, o debate e a crítica. Nesses ambientes, chamados pelo autor de “cenários para investigação”, os estudantes são convidados a formular questões e buscar explicações para elas, e neles, os alunos são co-responsáveis pelo processo de aprendizagem (2000, p. 73).

O pesquisador, ao considerar os cenários para investigação como estratégia pedagógica, o faz a partir de três referências, segundo as quais o trabalho investigativo em sala de aula pode ser conduzido. A primeira tem a matemática pura como centro e caracteriza-se pela preocupação com a matemática em si ou com os conteúdos curriculares. A segunda, caracterizada pela semi-realidade, identifica-se com situações de aprendizagem relacionadas com ambientes externos, mas construídas de forma artificial, como por exemplo, a partir de idéias extraídas do livro texto. Na terceira referência, alunos e professores exploram situações do mundo real, originárias de outras áreas do conhecimento e relacionadas com questões do interesse da comunidade local.

Skovsmose vê nesse trabalho exploratório - realizado em parceria entre os estudantes e o professor a partir de uma situação não artificial e de interesse comum, e quando dados e informações, por não estarem prontos, precisam ser encontrados através de investigações extra-classe -, “que questionamentos e reflexões críticas sobre a matemática e sobre a modelagem matemática ganham um novo significado” (2000, p.81). E aí também acrescento que questionamentos e reflexões não matemáticos, relacionados tanto sobre os resultados alcançados como sobre o tema em debate, ganham, igualmente, seu espaço.

Não percebo nos textos do autor preocupações com responsabilidade sobre a escolha do tema de trabalho, mas sim com a aceitação, por parte do estudante, de seu envolvimento com investigações, explorações, desafios, discussões, questionamentos e reflexões inerentes a ele.

Dentre as teses de doutoramento que enfatizam a modelagem como estratégia pedagógica, elaboradas nos últimos anos no programa de Pós-graduação em Educação Matemática da UNESP, em Rio Claro, destaco os estudos de Franchi (2002), Ferreira (2003) e Barbosa (2001). O trabalho de Franchi é dirigido para a proposição de um currículo de matemática para cursos de Engenharia, através da construção de ambientes de aprendizagem baseados na modelagem e na informática. A autora, em sua proposta para a Universidade Metodista de Piracicaba prevê o conteúdo matemático distribuído em cinco disciplinas e, na última delas, a modelagem constitui-se em atividade central baseada no trabalho com projetos

escolhidos pelos alunos, preferencialmente relacionados com aplicações na Engenharia.

Muito embora Ferreira não faça referência à transversalidade na sala de aula, relaciono seu trabalho sobre o tratamento de questões ambientais, através da modelagem matemática, com os temas transversais. Em sua pesquisa a autora, trabalhando com estudantes do ensino fundamental e do ensino médio e a partir das questões ambientais, preocupa-se com investigações e com construções de modelos em relação aos temas Água, Lixo, Energia Elétrica e Desmatamento. Nesse trabalho de campo esses temas foram escolhidos pelos alunos integrantes dos grupos de trabalho após discussões relacionadas com o meio ambiente e conduzidas pela pesquisadora.

A pesquisa de Barbosa concentra-se nas concepções que futuros professores de matemática têm em relação à modelagem. O autor toma como base os estágios propostos por Galbraith e as referências consideradas por Skovsmose para organizar as atividades de modelagem no contexto escolar e classifica estas em três espécies. Na primeira, todas as informações necessárias são trazidas pelo professor (descrição da situação, dados e problemas) e cabe aos alunos o processo de resolução. Na segunda espécie, o professor apresenta um problema originário do cotidiano dos alunos e eles devem coletar as informações necessárias para a sua resolução. Aqui, mesmo sendo maiores as responsabilidades dos alunos quando comparadas com o caso anterior há uma forte presença do professor. A terceira espécie identifica-se com o trabalho com projetos desenvolvido a partir de temas e com a forte participação dos alunos no levantamento de informações (matemáticas ou não), na formulação e na resolução de problemas. Para Barbosa a responsabilidade pela proposição dos temas pode ser tanto do professor quanto dos estudantes.

Em seu trabalho, Barbosa, após analisar as correntes que segundo Kaiser-Messmer (1991) predominam na abordagem educacional da modelagem – a pragmática que tem como meta o uso da matemática para resolver problemas através da modelagem ou da construção de modelos com base na seqüência “mundo real via matemática de volta para o mundo real ...” (p. 85) e a científica-

humanística, mais interessada na matemática como ciência e que enfatiza a habilidade dos estudantes para estabelecer relações entre a matemática e o mundo real –, e com base nos trabalhos de Skovsmose, D’Ambrósio e Freire acrescenta a essa atuação pedagógica uma terceira corrente denominada sócio-crítica e nela as atividades têm como objetivo associar reflexões aos conhecimentos de matemática e de modelagem. Essas atividades, segundo Barbosa, “são consideradas como um meio de indagar e questionar situações reais por meio de métodos matemáticos, evidenciando o caráter cultural e social da matemática” (p. 29). Para o pesquisador, essa corrente sócio-crítica “ênfatiza a matemática como um instrumento de questionamento das questões sociais” (p. 30).

Concordo com as ponderações de Barbosa, tanto sobre a predominância dessas correntes pragmática e científica-humanística nas aplicações pedagógicas da modelagem, quanto sobre a sua percepção da necessidade de uma terceira abordagem sob a qual possam ser incluídas as reflexões resultantes do trabalho com a modelagem matemática.

Acredito que o grau de predominância das duas primeiras correntes em relação à terceira varie em função do formato da aplicação da modelagem e vejo sua associação com o trabalho com projetos como sendo um dos fatores de moderação (no sentido de redução) dessa importância. As justificativas para tal afirmação baseiam-se, de um lado, no pensamento de Skovsmose (2000; 2001a), para quem o trabalho com projeto localiza-se em um ambiente de aprendizagem que oferece recursos para investigação, crítica e reflexão. De outro, no fato de que, como diz Hernandez (1998), os trabalhos com projetos podem contribuir favoravelmente com o estudante, na aquisição de capacidades relacionadas com: a) tarefas de pesquisas (individuais e em grupos); b) criatividade na utilização de recursos, métodos e busca por explicações alternativas; c) formulação e resolução de problemas, diagnósticos de situações e desenvolvimento de estratégias de ação; d) capacidade de síntese de idéias, experiências e informações, obtidas de diferentes fontes e disciplinas; e) questionamentos e tomada de decisão (principalmente sobre o que é relevante para o projeto); f) formas de comunicação, no grupo, escrita (através dos relatórios) e oral (a partir dos debates na sala de aula).

Neste estudo interesse-me por essa associação entre modelagem e projeto e, quando penso em reflexão, faço-o levando em consideração duas vertentes. Na primeira delas, as reflexões dizem respeito à própria matemática e se relacionam com suas aplicações em situações do cotidiano, desde a escolha de modelos e de algoritmos apropriados e da relação entre essa matemática inclusa no processo da modelagem e o conteúdo curricular, até as conseqüências dos resultados alcançados.

Na segunda, as reflexões inserem-se no contexto da Educação Matemática Crítica, têm a ver com o pensamento de Skovsmose e se identificam com questionamentos, críticas, ações e transformações. Nessa vertente as reflexões se relacionam com a formação e o amadurecimento acadêmico dos estudantes, com as investigações e com as discussões (sendo estas matemáticas ou não) e com as transformações ocorridas em seu pensamento e em sua maneira de pensar e agir como decorrência desse amadurecimento, dessas investigações e dessas discussões. Nessa vertente, interesse-me igualmente por reflexões decorrentes do compartilhamento do conhecimento resultante do processo de aprendizagem baseado na modelagem, em algum contexto (social, político, econômico, educacional, a escola, a própria sala de aula, etc.) que tenha alguma relação com os atores envolvidos e que possa, de alguma forma, contribuir para a formação da sua cidadania. Espero, também, que, através desse compartilhamento, desponham em todos os atores participantes novos olhares, quer sobre os fatos investigados, quer sobre a realidade política e social que se encontra ao seu redor. Acredito, como Freire (2003), que, na prática educativo-crítica, a educação para a responsabilidade social e política seja uma das principais tarefas.

Ao concentrar meu interesse nas reflexões inclusas nessa segunda vertente e ao vê-las como possibilidades políticas no trabalho com a modelagem como estratégia pedagógica, formulei, da seguinte forma, a pergunta diretriz para minha pesquisa:

“Quais as possibilidades de crescimento político no trabalho pedagógico com a modelagem matemática?”

Para os pesquisadores considerados neste estudo o trabalho pedagógico com a modelagem deve envolver todos os alunos da sala de aula. Para a maioria deles, cada grupo de estudantes trabalha com um tema específico, que pode ser escolhido de acordo com seus interesses (como preferem Bassanezi, Borba, Franchi e de certa forma Monteiro e Pompeu Jr.), ou de ambas as formas como pensam Barbosa, Biembengut e Hein e Ferreira.

Em alguns casos um tema único é proposto pelo professor para toda a classe, como alternativa para facilitar a integração entre o assunto e o conteúdo curricular (proposta contida no trabalho de Biembengut e Hein) ou para envolver todos os estudantes em um único projeto, como pode ser percebido em alguns trabalhos de Skovsmose (como nos projetos “Auxílio para famílias” (2001a, p. 103) e Energia (2000, p. 79)), no trabalho interdisciplinar voltado para o ensino de Estatística no curso de Ciências Sociais, proposto por Jacobini (1999) e no tema sobre a exploração de um plano econômico adotado pelo Governo Federal, sugerido por Monteiro (1991).

Ao concentrar meu interesse nas possibilidades políticas no trabalho com a modelagem, planejei construir ambientes de aprendizagem paralelamente às atividades curriculares na sala de aula, compostos por estudantes voluntários e que aceitem meu convite para deles participar por acreditarem na sua proposta pedagógica e concordarem com sua dinâmica de ação. Como disse no início deste capítulo, considero esses ambientes como espaços pedagógicos adequados para que reflexões sobre o quê se aprende, como se aprende e para quê se aprende, tenham a mesma importância que a aprendizagem de algoritmos, de técnicas matemáticas e da escolha de modelos apropriados. As similaridades entre esses espaços pedagógicos e os cenários para investigação propostos por Skovsmose (2000), levaram-me a considerar como tais os ambientes de aprendizagem construídos neste estudo.

Considero, portanto, a construção desses cenários nas aulas de matemática, em cursos de graduação e apoiados pela tecnologia informática, e a análise das possibilidades de crescimento político no trabalho pedagógico com a modelagem matemática no contexto desses ambientes como os objetivos principais deste

estudo. Desta forma, os estudantes que atuam como atores nesses cenários são os sujeitos na minha pesquisa.

1.4. A Organização da tese

Além dessa Introdução, este trabalho é composto de mais sete capítulos, da lista de referências bibliográficas, de anexos, apêndices e do conjunto de índices.

O capítulo dois é reservado para discussões teóricas sobre os temas diretamente relacionado com o objeto e com a indagação da pesquisa. Nele, a partir do pensamento de Skovsmose e com base nos pressupostos da Educação Crítica, faço as minhas considerações sobre ambientes de aprendizagem e sobre cenários para investigação. Ao concluir o capítulo, discuto o trabalho com projetos e a modelagem matemática como ambientes de aprendizagem e abordo o papel e a importância da tecnologia nesses cenários.

Apresento a metodologia da pesquisa no capítulo três. Inicio o capítulo com uma abordagem teórica sobre o paradigma qualitativo e busco justificar a inserção desta pesquisa no âmbito da pesquisa-ação. A descrição dos sujeitos é realizada em cada cenário, nos capítulos seguintes. Na sequência apresento os participantes do estudo e os procedimentos metodológicos para coleta e para a análise dos dados obtidos.

Os capítulos quatro, cinco e seis são destinados às descrições dos cenários investigativos construídos ao longo de dois semestres letivos, com estudantes da PUC-Campinas. O primeiro cenário, denominado “Eleições Presidenciais”, foi construído com futuros professores de matemática e baseado no projeto “Pesquisa de Intenção de Votos entre Universitários”. Os resultados obtidos com essa pesquisa propiciaram um amplo debate na Universidade, que contou com a participação de professores e de estudantes de diversos cursos da PUC-Campinas.

O segundo cenário, denominado “Estresse e Democracia”, centrado nos projetos “Orçamento Participativo” e “Estresse entre Universitários”, foi construído em uma disciplina de Estatística no curso de Engenharia de Computação. Questões relacionadas com composições orçamentárias e princípios democráticos, aliadas

com tópicos estatísticos nelas incluídas foram discutidas com alunos da 8ª série de uma escola pública na periferia de Campinas.

O terceiro cenário, denominado “Matemática e Cidadania”, centrado no tema “Tributação e Imposto de Renda”, foi construído com alunos de uma disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. Os participantes desse cenário realizaram um trabalho pedagógico com adolescentes integrantes do Centro de Orientação ao Menor de Campinas (COMEC), e nele (no cenário) exploraram alguns conteúdos matemáticos relacionados com a investigação sobre tributação e imposto de renda.

Nesses três capítulos, em paralelo às descrições e aos enfoques citados, analiso, ao menos parcialmente e à luz dos meus instrumentos metodológicos, os dados obtidos. O capítulo seguinte é reservado para discussões e interpretações de resultados. Por fim, no capítulo oito apresento minhas considerações finais sobre o trabalho realizado, as dificuldades encontradas e aponto possibilidades futuras decorrentes deste estudo.

2. AMBIENTES DE APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA BASEADOS NA INVESTIGAÇÃO E NA REFLEXÃO

“Enquanto ensino continuo buscando, reprocurando. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago.”

Paulo Freire (2003, p. 29)

No prefácio do livro *Educação Matemática Crítica* de Ole Skovsmose (2001a), Marcelo Borba apresenta o tema referenciado no título como sendo um movimento questionador sobre a educação matemática, iniciado na década de 80 e desenvolvido a partir dos posicionamentos de diversos autores em vários países. Dentre esses autores, Borba destaca Marilyn Frankesntein e Arthur Powell nos Estados Unidos, Paulus Gerdes e John Volmink, na África do Sul, Munir Faseh, na Palestina, Ubiratan D’Ambrosio, no Brasil, Stieg Mellin-Olsen, na Suécia e, naturalmente o próprio Ole Skovsmose, na Dinamarca.

Em geral, esse questionamento sobre o papel da educação matemática tem a ver com posturas democráticas, com posicionamentos críticos, com reflexões sobre a razão e a finalidade do ensino de matemática, com constantes diálogos, democracia, cidadania e ausência de estruturas de poder e de preconceitos de qualquer natureza, tanto na relação entre o professor e seus alunos como na relação entre os próprios alunos. No Brasil, esses questionamentos – na esfera mais ampla da educação em geral, e com a marca do pioneirismo – foram trazidos para discussão por Paulo Freire, principalmente em seus livros *Pedagogia do Oprimido* (1978), *Ação Cultural para a Liberdade* (1982) e *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa* (2003).

O pensamento de Paulo Freire é referenciado por Skovsmose (2001a), para quem a educação (matemática) crítica tem um papel similar ao que na visão freiriana é definido como sendo a “pedagogia emancipadora”, onde os atores no processo pedagógico, alunos e professores, atuam em igualdade de condições e de trabalho.

Segundo Skovsmose o envolvimento pedagógico direcionado a uma educação crítica faz parte de um processo educacional democrático:

As idéias relativas ao diálogo e à relação estudante-professor são desenvolvidas do ponto de vista geral de que a educação deve fazer parte de um processo de democratização. Se queremos desenvolver uma atitude democrática por meio da educação, a educação como relação social não deve conter aspectos fundamentalmente não-democráticos. É inaceitável que o professor (apenas) tenha um papel decisivo e prescritivo. Em vez disso, o processo educacional deve ser entendido como um diálogo (2001a, p.18).

Para Paulo Freire (1978), a educação é um objeto de libertação dos homens e, portanto, qualquer procedimento que não privilegie o diálogo entre os atores é um ato de alienação embutido na própria educação e opõe-se ao que o autor denomina libertação autêntica (“a libertação autêntica, que é a humanização em processo, não é uma coisa que se deposita nos homens. Não é uma palavra a mais, oca, mitificante. É práxis¹, que implica na ação e na reflexão dos homens sobre o mundo para transformá-lo” (p. 77)).

Procuro, ao longo do meu relato, apresentar os ambientes de aprendizagem investigativos como espaços pedagógicos sustentados por um tripé composto pela investigação (matemática e/ou dos fatos que cercam o objeto de estudo), pela crítica e pela reflexão.

Por essa razão, inicio minhas considerações a partir da educação crítica, com meu olhar dirigido para a educação matemática. Nesse contexto, volto minha atenção para os ambientes de aprendizagem de matemática, investigativos e reflexivos (os cenários para investigação). Na seqüência, destaco os ambientes de aprendizagem investigativos e reflexivos baseados no trabalho com projetos e na modelagem matemática. Por fim, considero o papel da tecnologia nesses ambientes.

¹ Entendo na fala do autor práxis como uma ação política, como um ato de reflexão direcionado para transformações.

2.1 A educação crítica e a educação matemática crítica

2.1.1. A prática educativa crítica

A educação, sob o ponto de vista filosófico, corresponde às modalidades e às formas pelas quais a cultura² é transmitida de geração para geração com o objetivo de sobrevivência de uma sociedade humana (ABBAGNANO, 1982). A palavra educação tem sua origem no latim – *educatio(nem)*, do verbo *educare* (instruir, fazer crescer, criar), próximo de *educere* (conduzir, levar até determinado fim) – e, para Machado (2000, p. 20) “sempre teve seu significado associado à ação de conduzir a finalidades socialmente prefiguradas, o que pressupõe a existência e a partilha de projetos coletivos”.

D’Ambrósio (1999, p. 99), define a educação como “o conjunto de estratégias desenvolvidas pela sociedade para (i) possibilitar a cada indivíduo atingir seu potencial criativo e (ii) estimular e facilitar a ação comum, com a finalidade de viver em sociedade e de exercer a cidadania³”.

A crítica, para Skovsmose, tem a ver com “uma investigação de condições para a obtenção do conhecimento, uma identificação dos problemas sociais e sua avaliação, e uma reação às situações sociais problemáticas” (2001a, p. 101). Já para Alves-Mazzotti e Gewandsnajder, o sentido mais importante da palavra crítica diz respeito “à ênfase na análise das condições de regulação social, desigualdade e poder” (1998, p. 139). A esses pontos apontados por Skovsmose e Alves-Mazzotti e Gewandsnajder acrescento o aperfeiçoamento democrático, os questionamentos direcionados a transformações e à busca de igualdades e de oportunidades, tanto em relação ao ambiente escolar como na própria sociedade. Assim, vejo com esses significados, o adjetivo “crítica” que especifica o termo educação.

² Chama-se cultura, ainda de acordo com Abbagnano, o conjunto das técnicas de uso, de produção, de comportamento, mediante as quais um grupo de homens é capaz de satisfazer as suas necessidades, de proteger-se contra a hostilidade do ambiente físico e biológico e de trabalhar em conjunto em uma forma mais ou menos ordenada e pacífica (ABBAGNANO, 1982, p. 288).

³ Para D’Ambrósio cidadania é “o exercício de direitos e deveres acordados pela sociedade” (1999, p. 99).

A educação crítica tem como principais fontes de inspiração a teoria crítica da sociedade e a *Geisteswissenschaftliche Pädagogik*⁴, ambas na Alemanha. A *Geisteswissenschaftliche Pädagogik*, menos importante nessa inspiração que a primeira, baseia-se na hermenêutica e tem como pensadores Wilhelm Dilthey, Eduard Spranger, Theodor Litt e Herman Nohl (SKOVSMOSE⁵, 2001a, p.16).

A Escola de Frankfurt teve sua origem no Instituto de Pesquisa Social, vinculado à Universidade de Frankfurt, com um grupo de intelectuais interessado em uma teoria social específica, denominada teoria crítica da sociedade, de inspiração marxista (ALVES-MAZZOTTI E GEWANDSNAJDER; 1998). Apesar de criada em 1923, apenas em 1930, com a nomeação de Max Horkheimer para diretor do Instituto, a escola tornou-se, de fato, importante. Além de Horkheimer são também expoentes iniciais da escola de Frankfurt, os economistas Friedrich Pollock e Henryk Grossmann, o sociólogo Karl-Augustus Wittfogel e o historiador Franz Borkenau. A esses pensadores uniram-se depois o filósofo, musicólogo e sociólogo Theodor W. Adorno, o filósofo Herbert Marcuse, o sociólogo e psicanalista Erich Fromm, o filósofo e crítico literário Walter Benjamim, o sociólogo da literatura Leo Löwenthal e o cientista político Franz Neumann. Após a chegada de Hitler ao poder a escola esteve prestes a desaparecer, já que vários desses cientistas deixaram a Alemanha com destino aos Estados Unidos. Com o término da segunda guerra mundial, apenas Adorno, Horkheimer e Pollock retornaram para Frankfurt (REALE e ANTISERI, 1991; ARANTES, 1989).

A principal razão para o crescimento e para o reconhecimento da Escola de Frankfurt se deve a elaboração dessa teoria crítica da sociedade, construída em oposição à chamada teoria tradicional - de caráter conservador e baseada no sistema dedutivo, no qual todas as proposições referentes a um determinado campo estariam relacionadas de tal modo que poderiam ser deduzidas de uns poucos princípios gerais (REALE e ANTISERI (1991); ALVES-MAZZOTTI e GEWANDSNAJDER

⁴ Mantenho a expressão *Geisteswissenschaftliche Pädagogik* no original por não encontrar tradução apropriada – algo como pedagogia relacionada com as manifestações do espírito humano.

⁵ Skovsmose, no artigo *Towards a critical mathematics education*, admite a existência de fontes diferentes e cita como exemplo as idéias de Paulo Freire em relação à educação crítica, construídas independentemente da teoria crítica. Acredito, entretanto, que mesmo Paulo Freire deve ter se influenciado pela teoria crítica da sociedade.

(1998)). “A forma canônica do pensamento tradicional é a filosofia de Descartes” (MATOS, 2003, p. 18).

De acordo com Gabriel Cohn (1986) a proposta básica desse grupo era formular uma teoria que suportasse as questões suscitadas pelo advento do fascismo, no campo capitalista, e do stalinismo, no campo socialista:

Basicamente, contudo, a teoria crítica da sociedade é uma teoria da sociedade burguesa. Para desenvolvê-la seus autores, com Horkheimer e Adorno à frente, tiveram desde logo que abrir caminho, por um lado, entre as tendências irracionistas do pensamento burguês dominante e o viés economicista das análises dos partidários de um materialismo histórico empobrecido, por outro (p.9).

Para Horkheimer o valor de uma teoria depende de sua relação com a práxis (MATOS, 2003, p. 7). Isto significa que, para ser relevante, uma teoria social tem de estar relacionada às questões nas quais, num dado momento histórico, as forças sociais mais progressistas estejam engajadas (ALVES-MAZZOTTI E GEWANDSNAJDER, 1998, p. 116). O pensamento crítico, ao contrário do pensamento cartesiano, “procura a superação das dicotomias entre saber e agir, sujeito e objeto e ciência e sociedade, enfatizando os determinantes sócio-históricos da produção do conhecimento científico e o papel da ciência na divisão social do trabalho” (p. 117).

Da mesma forma que a teoria crítica da sociedade surge como contraposição ao conservadorismo representado pela teoria tradicional, a educação crítica apresenta-se como contestação ao tradicionalismo no sistema educacional. A educação crítica insere-se e se desenvolve num contexto caracterizado, de um lado, por discussões relacionadas com problemas sociais, com críticas e com relações democráticas que objetivam transformações nas estruturas sociais, políticas, econômicas e éticas da sociedade (estes fatores encontram-se presentes na humanidade e são geradores de conflito⁶); de outro lado, por construções de ambientes democráticos nas salas de aula que garantam o diálogo entre os participantes do processo de ensino e de aprendizagem, igualdade entre eles, constantes questionamentos e indagações, reflexões e reações às contradições.

⁶ Essa ligação entre a teoria crítica e a educação crítica é bem ilustrada por Carspeckem a Apple (1992. Apud Alves-Mazzotti e Gewandsnajder, 1998)

Na prática educativo-crítica, as tarefas mais importantes para Freire (2003), consistem na educação para a decisão, para a responsabilidade social e política, para propiciar condições necessárias para que os educandos em suas relações com o professor e entre eles próprios iniciem um processo de assumir-se “como ser social e histórico, como pensante, comunicante, criador, realizador de sonhos, [...]” (p.41). Weffort (1974) vê nessa atitude educacional crítica que o saber democrático jamais se incorpora autoritariamente, pois ele só tem sentido como fruto de uma conquista comum do trabalho do educador e do educando (1974, p. 12).

Sobre a formação e a participação docente numa perspectiva crítica e progressista, Paulo Freire reforça que o processo de ensinar não é o de transferir conhecimento, mas sim o de criar condições e possibilidades para a produção ou para a construção do conhecimento. Para Freire, nessa perspectiva, o docente deve estar sempre aberto a indagações, à curiosidade, às perguntas dos alunos, a suas inibições; deve ser crítico e inquiridor, inquieto em face à sua tarefa de ensinar e não à de transferir conhecimento (2003, p. 46).

Entendo tanto na fala de Freire como na de Weffort, que, na “sala de aula crítica”, ambos, professor e seus alunos aceitam e assumem o papel de participantes na aprendizagem, através da criação de possibilidades múltiplas para a construção do conhecimento, de um lado por meio de atividades intelectuais relacionadas com investigações, consultas e críticas, e do outro lado, através de atitudes mais voltadas para a práxis social relacionadas com o diálogo constante, o envolvimento e a comunicação.

A educação crítica, para Freire, tem muito (ou quase tudo) a ver com questões sociais relacionadas com desigualdades, com oportunidades (que não são iguais para todos), com liberdades e participações políticas, com preconceitos em geral e com contrastes educacionais. Em resumo, a educação crítica para Freire tem a ver com uma democracia plena. Afinal, a vivência, os estudos, as pesquisas e as participações políticas de Freire sempre se concentraram nos países do terceiro mundo, onde, quase que por definição, essas questões estão fortemente presentes.

A visão freiriana de educação crítica é incorporada por Skovsmose: “para que a educação, tanto como prática quanto como pesquisa, seja crítica, ela deve estar a

par dos problemas sociais, das desigualdades, ... e deve tentar fazer da educação uma força social progressivamente ativa” (SKOVSMOSE 2001a, p.101). E o autor complementa: “Para ser crítica, a educação deve reagir às contradições sociais”.

Para Skovsmose a educação crítica é composta de três elementos indissociáveis, todos com o mesmo atributo de criticidade: a competência, o currículo e o engajamento.

A competência crítica, para Skovsmose, diz respeito à identificação de assuntos relevantes para o processo educacional, a partir do aproveitamento dos conhecimentos e das experiências dos estudantes, e do diálogo destes com o professor. Para o autor o desenvolvimento de uma competência crítica é, por princípio, conflitante com imposições de qualquer natureza. Barbosa (2001, p. 22), com base no pensamento de Skovsmose diz que “a competência crítica diz respeito ao desenvolvimento das competências (condições) e capacidades dos alunos para abordarem criticamente a vida diária, de tal maneira que eles possam apoiar os processos de democratização da sociedade”. Acrescento aos pensamentos de Skovsmose e de Barbosa que a competência é crítica na medida em que ela se identifica com questionamentos e com reflexões sobre os significados do conhecimento, da habilidade, da aprendizagem de conceitos, das respostas encontradas para os problemas para os quais se buscam soluções.

Ainda para Skovsmose, no artigo *Mathematics as Part of Technology* (1998), o processo de ensino e de aprendizagem deve ser conduzido com a intenção de propiciar condições e oportunidades para os estudantes desenvolverem seu espírito crítico, capacitando-os e qualificando-os para lidar criativamente com os problemas do dia-a-dia.

Justamente pelo conflito decorrente de imposições curriculares, no momento em que o olhar educacional se volta para a competência crítica, o conteúdo da aprendizagem necessita ser considerado, analisado, ponderado, avaliado e adaptado. Para Skovsmose, “na educação crítica, ambos, estudantes e professor devem estabelecer uma distância crítica do conteúdo da educação” (2001a, p 18). Mas qual o significado dessa distância crítica?

Partindo do princípio de que os currículos existem e de que seu conteúdo é exigido tanto dos professores quanto dos estudantes, essa distância crítica traduz-se em procedimentos voltados para que a competência crítica seja alcançada. Afinal, como diz Barbosa ao referir-se à educação matemática crítica: “Ao sublinhar a educação crítica através da matemática, não estou enfatizando o abandono do conteúdo matemático nas situações de ensino, mas, apenas, o resgate de sua dimensão crítica” (2001, p. 22).

Esses procedimentos, pautados pela distância crítica e que acompanham o desenvolvimento curricular visam equacionar questões relacionadas com um currículo crítico e, de acordo com Skovsmose (2001a, p. 19), ligam-se ao seguinte:

- 1) A aplicabilidade do assunto: quem o usa? Onde é usado?
- 2) Os interesses por detrás do assunto: que interesses formadores de conhecimento estão conectados a esse assunto?
- 3) Os pressupostos por detrás do assunto: que sugestões e que problemas geraram os conceitos e os resultados na matemática? Que contextos têm promovido e controlado o desenvolvimento?
- 4) As funções do assunto: que possíveis funções sociais poderiam ter o assunto?
- 5) As limitações do assunto: em quais áreas e em relação a que questões esse assunto não tem qualquer relevância?

O terceiro componente da educação crítica, o engajamento crítico, relaciona-se com condições fora do processo educacional, ou seja, com problemas encontrados fora do contexto escolar, em situações do cotidiano. Como diz Skovsmose “poderia ser formulado como o direcionamento de ensino-aprendizagem a problemas” (p. 19). Para o autor, dois critérios (dentre vários existentes) são fundamentais para a seleção de problemas: o subjetivo (relevante na perspectiva dos estudantes e possível de relacionar-se com o conteúdo de aprendizagem) e o objetivo (relacionados com questões sociais objetivamente existentes).

Além dos pontos até aqui considerados, vejo também a relação educação-cidadania como um tema intrinsecamente ligado à educação crítica. Machado, ao referir-se a essa relação diz: “nos tempos atuais, nenhuma caracterização das

funções da Educação parece mais adequada do que a associação da mesma à formação do cidadão, à construção da cidadania” (2000, p. 40).

Machado lembra que ainda hoje a idéia de cidadania permanece associada (exclusivamente) à de “ter direitos”. Esse “ter direitos” é de certa forma reforçado por Marshall (1967), para quem, com base na Declaração Universal dos Direitos Humanos proclamada pela Assembléia Geral das Nações Unidas, em 1948, a cidadania é constituída de três direitos: civil (relacionado com liberdades), político (relacionado com as garantias de participação em organizações) e social (bem-estar, segurança, etc.).

Os direitos civis, políticos e sociais devem ser vistos como garantias das necessidades dos indivíduos e são representados sob três aspectos: material, cultural e social (VALENTE, 2003). Entretanto, completa Valente, “... cidadão é o sujeito que possui uma consciência crítica a respeito da vida em sociedade” (p. 6).

De acordo com Machado (1997), a concepção de cidadania transcende essa postulação de direitos. Para o autor, a cidadania caracteriza-se pela construção de instrumentos legítimos de articulação entre projetos individuais (aqueles que todos nós fazemos) e projetos coletivos (os de interesse da comunidade e da sociedade que estimulem as ações individuais, articulando-as no significado de algo maior). Essa articulação possibilitará aos indivíduos, em suas ações ordinárias, uma participação ativa na comunidade ou na sociedade, assumindo responsabilidades afinadas com os interesses e o destino de toda a coletividade.

Educar para a cidadania significa, nas palavras de Machado, “prover os indivíduos de instrumentos para a plena realização desta participação motivada e competente, desta simbiose entre interesses pessoais e sociais” (1997, p. 47). Para Jablonka (2003), a educação para a cidadania, com base nos princípios da educação crítica, tem como objetivo levar os estudantes a “aprender sobre as forças estruturais e ideológicas que influenciam e restringem suas vidas” (p. 89).

Paulo Freire, em seu livro *Pedagogia do Oprimido* (1978) lembra que a educação não é a chave para a transformação, mas ela é indispensável. A educação sozinha não faz, mas sem ela também não é feita a cidadania.

As questões levantadas por Valente:

“Que tipo de sociedade desejamos construir? Qual o cidadão que queremos educar? Educar para que? De que forma essas questões refletem na proposta político-pedagógica da instituição escolar?” (2003, p. 5),

acrescidas dos pontos abordados por Monteiro e Pompeu Jr.:

“Educar não se limita apenas a proporcionar informações ao outro, mas sim proporcionar situações em que o uso de informações, sentimentos e valores possibilite ao educando e ao educador transformar-se e transformar seu lugar no mundo” (2001, p.23),

e aos quais, complemento com algumas perguntas:

“Como essa proposta político-pedagógica foi construída? Quem participou dessa construção? A quem ela interessa e quem dela vai beneficiar-se? Como ela pode ser implementada? Com que meios?”,

contribuem para que atalhos para os caminhos que levam ao educar para a cidadania sejam encontrados e tornados transitáveis. Esses caminhos devem ser percorridos não só pelos estudantes, mas também pelo professor e pelos demais cidadãos que compõem a comunidade da qual eles (estudantes e professor) fazem parte.

Incluo nesses caminhos discussões relacionadas com o meio ambiente, as ações de solidariedade, as conscientizações populares através de participações em entidades comunitárias, organizações não governamentais, estudantis, sindicais e políticas, e as atividades assistenciais de qualquer natureza.

As considerações a seguir, relacionadas com a educação matemática, são construídas a partir dos pressupostos norteadores da educação crítica e tendo como horizonte os ambientes investigativos de aprendizagem de matemática.

2.1.2. A educação matemática e a educação crítica

Em 1991, a Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM) organizou na UNESP, em Rio Claro, uma jornada com a intenção de discutir o ensino de matemática e a educação matemática. Os pensamentos dos participantes encontram-se publicados na revista Temas & Debates.

Ubiratan D'Ambrósio, em seu pronunciamento na abertura do evento, afirma, referindo-se ao currículo, que a matemática que está sendo ensinada é obsoleta, inútil e desinteressante. E vai além ao dizer "... ensinar ou deixar de ensinar essa matemática dá no mesmo. Na verdade, deixar de ensiná-la pode até ser um benefício, pois elimina fontes de frustração" (1991, p. 2). Essa ousada afirmação de D'Ambrósio seria, certamente, confirmada por muitos dos nossos alunos.

D'Ambrósio defendia (e ainda o faz nos dias de hoje) o ensino de uma matemática viva que vai nascendo e crescendo com o aluno enquanto ele mesmo vai desenvolvendo seus meios de trabalhar a realidade em que vive. Para D'Ambrósio a proposta de ensinar essa matemática viva, que se assemelha à noção de literacia proposta por Paulo Freire - a leitura das palavras pressupõe a leitura do mundo - encontra ressonância na etnomatemática ("arte ou técnica de explicar, de conhecer, de entender (matemática) nos diversos contextos culturais" (1991, p.81)).

No mesmo encontro, Diniz (1991, p. 27) afirma que "o aprender matemática só está realizado no momento em que o aluno é capaz de transformar o que lhe ensinamos e de criar a partir do que ele sabe". Para a autora, que, como Onuchic (1999), Ernest (1998), Onuchic e Allevato (2004), dentre outros, defende um ensino de matemática baseado na resolução de problemas, sem essa autonomia de transformação e de criação o que se consegue é um aluno repetitivo em relação aos processos e às resoluções criados por outros.

Mas qual o significado da educação matemática? Se tomarmos novamente como referência o ponto de vista filosófico, podemos dizer – calcados sobre o conceito geral de educação – que a educação matemática corresponde às modalidades e às formas pelas quais o conhecimento matemático, anteriormente adquirido, é transmitido de geração para geração com o objetivo de sobrevivência de uma sociedade humana. Como diz Bicudo (1991, p. 40), também no sentido filosófico, "[...] deve ser meta da educação matemática transmitir a matemática como patrimônio da cultura".

Acredito que seja muito difícil encontrar conceitos, significados e teorias que, por si sós, sejam suficientes para caracterizar a educação matemática. Isso porque, a educação matemática utiliza, além da própria matemática, conceitos e teorias de

outras áreas do saber, como a psicologia, a sociologia, a didática e a história. Acredito também, sem deixar de considerar a pertinente observação de D'Ambrósio, que, de fato, o ensino da estrutura da matemática (das abstrações inerentes à sua teoria, dos seus conceitos, das suas técnicas e dos algoritmos lógicos) seja parte integrante da educação matemática. Entendo que as aplicações matemáticas também o sejam. Afinal, a matemática em si deve estar no centro da educação matemática.

Entretanto, há na educação matemática outras preocupações além das relacionadas com currículo e com aplicações, com o mesmo grau de importância e que gravitam ao redor desse núcleo Matemática. Bicudo (1999) destaca entre essas preocupações os cuidados que se devem dispensar ao aluno, considerando sua realidade histórica e cultural, sua situação escolar (lugar onde a educação escolar se realiza) e sua situação social (onde as relações entre pessoas, entre grupos, entre instituições são estabelecidas e onde a pessoa educada também de um ponto de vista matemático é solicitada a situar-se, agindo como cidadão que participa das decisões e que trabalha participando das forças produtoras).

Além desses cuidados mais diretos com o aluno, penso que devem ser também consideradas no bojo da educação matemática preocupações com a formação do professor, com os materiais didáticos (incluindo neles os relativos à tecnologia educacional e, em especial, à tecnologia informática), com a influência e os reflexos de ambas, da tecnologia educacional e da informática, no processo de ensino e de aprendizagem, com a formação social e com a cidadania.

Essas discussões que ocorrem no interior da educação matemática mostram que, de um lado há, no momento, uma grande preocupação dos pesquisadores em relação ao processo de ensino e de aprendizagem de matemática. Do outro lado elas mostram o interesse desses pesquisadores em encontrar alternativas pedagógicas que tenham também como objetivo contribuir para a formação de um estudante crítico e que esteja envolvido com questões que são do interesse da sociedade. Dentre essas alternativas um delas, que tem em Skovsmose um dos seus mais importantes proponentes, tem a ver com a inserção dos pressupostos da educação crítica no processo de ensino-aprendizagem de matemática.

Em suas considerações sobre a educação crítica no processo de ensino e de aprendizagem de matemática, Skovsmose (2001a) restringe as alternativas predominantes (na educação matemática), ao estruturalismo, ao pragmatismo e à orientação ao processo⁷. O autor, ao analisar essas alternativas, tem como intenção, em primeiro lugar, mostrar contradições entre elas e a educação crítica e em segundo, incorporar o conteúdo da educação crítica também como uma dessas alternativas.

O estruturalismo, ao enfatizar a idéia de que o conhecimento matemático tem de ser construído de acordo com estruturas e conteúdos identificados independentemente dos estudantes, opõe-se quase que completamente à educação crítica. No estruturalismo há uma forte preocupação com a seleção e com o ensino dos conteúdos programados para a disciplina. Para o autor, o estruturalismo mantém uma estreita relação com a tradição em pedagogia de “ensinar a disciplina”. Encontramos em Borba e Skovsmose (1997) uma interessante metáfora para referir-se ao estruturalismo dentro de suas *landscapes of discussion*, uma referência dos autores às formas de comunicação na sala de aula de matemática. Entre as paisagens⁸, os autores descrevem a ênfase dada ao estruturalismo como uma paisagem vazia e rochosa (p. 21).

O pragmatismo, cuja essência concentra-se nas aplicações da matemática e, como diz o autor, “de certo modo fora da matemática”, não há grande preocupação com a crítica. A tendência pragmática é orientada a problemas, sem qualquer discussão sobre a natureza desses problemas e sobre suas relações com situações e com conflitos sociais que caracterizam a educação crítica. Há, na visão pragmática sobre o ensino de matemática, uma grande preocupação com a construção de modelos e com soluções, não sobrando espaço para um autêntico diálogo entre o professor e o estudante e nem para discussões que extrapolem questões matemáticas. Como consequência, há nessa linha de conduta uma grande preocupação na aplicação da matemática e em mostrar a utilidade do que se aprende em matemática. D’Ambrosio (1990, p.14), ao comentar o porquê do ensino

⁷ O autor faz referência ao fato de que essa classificação baseia-se na realidade da Educação Matemática na Europa. Acredito, entretanto, que essa mesma classificação pode ser utilizada em países do terceiro mundo.

⁸ Uso paisagem como tradução de *landscape*. A mesma tradução é feita pelos autores no capítulo Ideologia da Certeza em Educação Matemática, publicado em Educação Matemática Crítica (2001).

de matemática pergunta, em relação à utilidade da matemática: “útil para quem?”. Jablonka (2003) diz que, apesar da abordagem das aplicações da matemática, no fundo, nesse pensamento pragmático, o interesse concentra-se na matemática em si.

Na tendência denominada de orientação-ao-processo, o âmago está “nos processos de pensamento que levam ao *insight* matemático”, (SKOVSMOSE, 2001a, p. 24) e a preocupação, nessa tendência, concentra-se na criação e na construção da matemática. Há nela uma forte relação com o construtivismo, o que “implica que os conceitos matemáticos e as verdades matemáticas devam ser construídos e não descobertos” (p. 25). Apesar de reconhecer uma certa aproximação entre a orientação-ao-processo e a educação crítica, Skovsmose não considera essa relativa proximidade como sendo um fator nítido de identificação que justifique a adoção de ambas com o mesmo significado.

As especificidades curriculares do sistema educacional brasileiro, em todos os níveis, aliadas às condições de infra-estrutura de nossas escolas e às condições de trabalho dos professores, implicam o desenvolvimento de trabalhos pedagógicos baseados quase que exclusivamente em uma das três alternativas apontadas por Skovsmose. O fator determinante da escolha por uma delas depende da proposta pedagógica da escola ou, principalmente, da iniciativa e da disposição do professor. Ouso afirmar que, dentre essas alternativas, o estruturalismo faz-se presente na maior parte das aulas de matemática.

Na seqüência de sua análise, o pesquisador, a partir da tese da tecnologia (a tecnologia é o aspecto dominante da civilização, e o homem está completamente imerso nessa tecnologia, (p. 29)), da tese do currículo (os princípios fundamentais de estruturação do currículo são derivados das relações de poder dominantes na sociedade, ou estão de acordo com elas (p. 31)) e da tese sobre a educação matemática (no sistema educacional a educação matemática funciona como a mais significativa introdução à sociedade tecnológica (p. 32)), argumenta a favor da importância e da necessidade de uma interação entre a educação crítica e a educação matemática.

Ao referir-se a essa interação, Skovsmose (1996) diz que na educação matemática crítica devem estar presentes interesses relacionados com a preparação dos alunos para exercerem a cidadania, a utilização da matemática como instrumento de análise das características críticas de relevância social, a consideração dos interesses dos alunos e os conflitos culturais relacionados com a escola, as reflexões sobre a matemática como um instrumento gerador de problema e o estímulo à investigação e à comunicação em sala de aula. Barbosa (2001), baseando-se no pensamento de Skovsmose diz que a perspectiva crítica da educação matemática enfatiza a competência crítica e complementa dizendo que “no âmbito da educação matemática crítica, a indagação e a inquirição da vida não se dão no vazio, mas com a presença dos conhecimentos matemáticos” (p. 22).

Como esses interesses apontados por Skovsmose encontram-se presentes nos cenários para investigação organizados na sala de aula com a intenção de analisar as possibilidades políticas no trabalho com a modelagem, faço a inserção do estudo desses ambientes no contexto da educação matemática crítica.

2.2 Os ambientes de aprendizagem e os cenários para investigação

2.2.1. A investigação e a reflexão na aula de matemática.

Nos modelos pedagógicos constituídos exclusivamente para permitir que situações-problema (em geral exercícios) se encaixem com perfeição dentro do assunto que está sendo explorado pelo professor, destaca-se uma visão alienadora da matemática que vai de encontro à visão libertadora apresentada por Paulo Freire (1982): não há diálogo e sim um monólogo dissertativo, não há crítica, mas uma aceitação natural e espontânea da fala de quem sabe, dirigida para quem não sabe, e, quando há reflexão, ela se manifesta apenas em relação aos assuntos matemáticos.

Nesses ambientes, o professor traz para sua aula questões bem elaboradas e já construídas. Cabe aos alunos apenas a busca de respostas (que são únicas, sempre verdadeiras para cada problema e não admitem discussões). Esse lado perfeito e correto da matemática, com resultados indiscutíveis, o que se assemelha à ideologia da certeza, criticada por Borba e Skovsmose (1997), traz ao educando

uma sensação de que a matemática pertence a um mundo próprio, exclusivo. A ideologia da certeza, para Borba e Skovsmose, baseia-se principalmente em duas idéias:

- 1) A matemática é perfeita, pura e geral, no sentido de que a verdade de uma afirmativa matemática não depende de qualquer investigação empírica. A sua verdade não pode ser influenciada por qualquer interesse político, social ou ideológico.
- 2) A matemática é relevante e confiável porque pode ser aplicada a todos os tipos de problemas reais. As suas aplicações não têm limites, desde que é sempre possível matematizar um problema (1997, p. 18).

O que se aprende em uma aula de Matemática, ensinado pelo professor, é inquestionável e deve ser aceito pelo aprendiz. O estudante, por sua vez, ao conseguir encontrar as respostas solicitadas pelo professor, sente-se satisfeito e seguro de ter aprendido matemática, de ter compreendido perfeitamente sua estrutura, os conceitos, os algoritmos e até mesmo algumas aplicações. A satisfação, nesse caso, é completa, tanto por parte dos alunos como do professor. Na situação oposta, quando a aprendizagem não é alcançada a frustração é geral, tanto de quem deveria aprender como de quem tem a responsabilidade de ensinar.

Em ambientes como esses, a concepção de educação bancária apresentada por Paulo Freire, divulgada e explorada nos anos setenta e oitenta e ainda em evidência nos dias atuais, fica acentuada. Para o autor, a educação bancária torna-se um ato de depositar, em que os educandos são os depositários e o educador o depositante. Não há, na educação bancária, discussão, crítica, questionamentos, significados. Há apenas explanação. São de Paulo Freire as palavras abaixo:

Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis aí a concepção “bancária” da educação, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los. ... Educador e educando se arquivam na medida em que, nesta distorcida visão da educação, não há criatividade, não há transformação, não há saber (1978, p. 66).

Como oposição à educação bancária, o autor, tendo em perspectiva uma ação libertadora em confronto com a prática da dominação, propõe a educação problematizadora. Nas palavras do autor, “enquanto a educação bancária inibe o poder criador dos educandos, a educação problematizadora, de caráter autenticamente reflexivo, implica num ato de desvelar (no sentido de revelar) a realidade” (1978, p. 80). A educação problematizadora, em contraposição à educação bancária, procura por desafios, incentiva indagações, investigações e descobertas, busca revelações, não inibe a crítica; pelo contrário, procura incentivá-la. Da mesma forma que os autores considerados neste estudo, vejo muita similaridade entre a ação libertadora através da educação problematizadora e a educação crítica.

A problematização, segundo Mendonça (1993), é o caminho que leva à formulação do problema; é a ação de criar uma pergunta (ou fazer surgir um problema) na sala de aula, e esta pergunta gera a pesquisa. Além da geração da pesquisa, a fecundidade de uma pergunta garante que as respostas encontradas como resultado da investigação, significará, ao mesmo tempo, esclarecimentos e dúvidas. Como diz Machado, “novas metas decorrem daquelas que foram atingidas, não como uma determinação, mas de um modo natural” (2000, p. 16). Cabe ao professor construir condições para que os caminhos para a formulação do(s) problema(s) sejam encontrados. Essa construção relaciona-se com os assuntos em discussão (conteúdos curriculares, acontecimentos importantes, fatos históricos, questões do dia-a-dia).

Utilizo uma situação discutida por Paulo Freire no contexto da alfabetização de adultos, para analisar procedimentos pedagógicos diferentes, adotados a partir de um mesmo assunto do currículo. Paulo Freire discute o vazio crítico de textos utilizados no ensino e na aprendizagem da leitura e da escrita quando são deixadas de lado, ingenuamente ou propositalmente, oportunidades de aprofundar discussões sociais e políticas. Como exemplo, o educador aborda um desses textos que faz referência ao feriado de 1º de maio e nele a preocupação, em relação à aprendizagem concentra-se nas possibilidades oferecidas pelo feriado (“*ir à praia, nadar e bronzear-se*”) e não com uma séria discussão sobre o significado da data e sobre a natureza do terrível conflito que gerou esta celebração (1982, p. 46).

Uma tentativa de transposição da situação retratada por Paulo Freire para o contexto do ensino da matemática nos levaria a identificar o lado alienador na pedagogia daquele professor que, ao abordar a estatística descritiva em um curso de Estatística preocupa-se apenas com as técnicas, tanto sob o ponto de vista teórico como prático, com ou sem a presença da informática. Da mesma forma, em discussões sobre a continuidade de funções em uma aula de Cálculo, a abordagem pode ser exclusivamente conceitual, com uma seqüência bem organizada de procedimentos e seguida de exercícios, similares ou não, para que o aprendizado se concretize. Nas duas situações evidencia-se e materializa-se a alternativa estruturalista na educação matemática apontada por Skovsmose.

Alternativamente, em ambos os casos, o professor poderia, através de um trabalho prático com um banco de dados contendo informações estatísticas, com questões orçamentárias, com tributações ou com tarifas diversas a partir de faixas ou de sentenças (o imposto de renda, descontos previdenciários, tarifas de água ou de energia, por exemplo), oferecer ao estudante um sentido prático e uma aplicação da matemática ou da estatística. Mesmo nesse caso, porém, apesar do avanço significativo sobre a primeira abordagem – avanço no sentido de capacidade de explorar com dados reais um determinado tópico curricular – qual foi o trabalho investigativo realizado? Quais interesses são percebidos nesse estudo? Por que razões esses assuntos estão sendo estudados? De onde vieram esses dados? Quem os obteve? Que discussões ou debates emergiram na aula de Matemática? Quais reflexões, que manifestações e que modificações brotaram de tanto esforço pedagógico para mostrar uma relação prática entre a matemática e questões do dia-a-dia? Em resumo, qual foi a competência crítica alcançada? Em outras palavras, a metodologia de ensino caracterizada pela aplicação da modelagem (em uma de suas formas) ou pela resolução de problemas, com ou sem o apoio da tecnologia informática, por si só não se enraíza na realidade e, por isso mesmo, não pode pretender fornecer uma chave para a compreensão da mesma. Neste caso, o pragmatismo na educação matemática, igualmente segundo Skovsmose, mostra-se presente.

Em ambas as formas a preocupação com o ensino fica evidente. De outro modo, esses dois assuntos curriculares, quando caracterizados por aplicações da

matemática, oferecem ao professor oportunidades para ele promover em suas aulas investigações (matemáticas, sociais, políticas, econômicas, de cidadania, do meio ambiente, etc.) e para incentivar discussões sobre os significados dos resultados dessas investigações, tanto para os atores no processo de ensino-aprendizagem como para a sociedade⁹. E ao promover discussões sobre significados, aliados ao estudo matemático, cria-se um ambiente pedagógico rico de possibilidades, que prioriza a construção de conceitos que capacitam os estudantes a compreender e a interferir criticamente na sociedade (MONTEIRO e POMPEU JR., 2001).

É possível, por exemplo, discutir as causas e os efeitos decorrentes da elaboração e da aplicação de um orçamento público municipal, os significados das leis que regem a sua composição e a participação da sociedade na definição de prioridades para os munícipes (através de assembléias populares, por exemplo). Aspectos relacionados com os impostos no país podem ser trazidos para a sala de aula, reproduzindo, em escala adequada, debates que ocorrem sobre tributações, enriquecidos por simulações realizadas com o apoio da tecnologia informática.

Em situações como essas, a preocupação com o currículo é inegável. Afinal, ao propor as investigações, o professor tem em mente os tópicos que ele pretende explorar. Além disso, os caminhos para a problematização foram também por ele indicados. Entretanto, mesmo tendo como objetivo a aprendizagem do conteúdo, ficam assegurados os componentes de criticidade apontados por Skovsmose (competência, currículo e engajamento), fruto do trabalho investigativo realizado e que fizeram surgir, além do próprio conhecimento matemático, descobertas, questionamentos, discussões, reflexões sobre os resultados e sobre os seus significados, e conhecimento das realidades relacionadas com as situações envolvidas.

2.2.2. Ambientes de aprendizagem e cenários para investigação

Com base nas ponderações de Skvosmose (2000) e de Barbosa (2001), considero um ambiente de aprendizagem como um espaço educacional construído pelo professor com a intenção de desenvolver suas atividades pedagógicas. A aula

⁹ Ambos, Orçamento e Imposto de Renda foram utilizados como temas de trabalho e explorados por alunos, sujeitos desta pesquisa. As descrições desses trabalhos encontram-se nos capítulos cinco e seis desta tese.

expositiva em que o professor centraliza em si a tarefa de ensino, o trabalho com aprendizagem cooperativa ou em pequenos grupos a partir de situações apresentadas pelo professor, atividades exploratórias através da tecnologia informática, a aprendizagem baseada em resoluções de problemas, através da etnomatemática, da modelagem matemática ou do trabalho com projetos são alguns exemplos de ambientes de aprendizagem.

Normalmente os ambientes de aprendizagem são construídos na sala de aula, muito embora as atividades neles programadas possam ser realizadas fora dela ou até mesmo fora da escola (trabalhos na biblioteca, no laboratório de informática ou estudo de campo, por exemplo). O avanço tecnológico, principalmente em relação aos sistemas de computação (hardware e software), aos recursos de multimídias e às possibilidades da Internet, tem tornado possível a construção e a utilização dos ambientes virtuais de aprendizagem, principalmente nas atividades da educação a distância. Vejo, portanto, esses espaços virtuais igualmente como escolas, e para trabalhar neles com atividades pedagógicas, o professor precisa construir um ambiente de aprendizagem (uma aula através de conferências, da resolução de problemas, da modelagem, etc.). Desta forma, estruturalmente, coloco o espaço virtual de aprendizagem em pé de igualdade com a escola tradicional.

Um ambiente de aprendizagem construído na sala de aula (ou mesmo virtual) para dar suporte a um trabalho investigativo e no qual os estudantes são convidados a formular questões, buscar explicações para elas e refletir sobre os resultados obtidos são chamados por Skovsmose (2000) de cenários para investigação¹⁰. Para o autor, um cenário para investigação é constituído a partir do momento em que os alunos aceitam (e assumem como participantes ativos) o processo de exploração e de explicação. O autor complementa dizendo que

“um cenário para investigação é aquele que convida os alunos a formularem questões e procurarem explicações. O convite é simbolizado pelo “O que acontece se ...?” do professor. O aceite dos alunos ao convite é simbolizado por seus “Sim, o que acontece se ...?”. Dessa forma, os

¹⁰ Traduzido pelo próprio autor de “Landscape to investigation”.

alunos se envolvem no processo de exploração. O “Por que isto ...?” do professor representa um desafio e os “Sim, por que isto ...?” dos alunos indicam que eles estão encarando o desafio e que estão procurando por explicações” (p. 73).

Skovsmose, ao propor os cenários para investigação nas aulas de matemática, o faz com a intenção de se contrapor a situações de aprendizagem em que o professor é o centro das atenções, o conteúdo matemático é transmitido através de aulas conferenciais, com exercícios repetitivos à exaustão e as discussões são centradas (principalmente e quase que exclusivamente) nos conteúdos curriculares matemáticos. Nesse último modelo, denominado pelo autor de “paradigma do exercício” (2000, p. 67), após a introdução dos conceitos teóricos e da resolução de alguns problemas, outros similares são propostos para serem resolvidos tanto em sala de aula como fora dela.

D’Ambrósio (2001a, p. 81) chama esse modelo, baseado na transmissão de explicações e teorias (ensino teórico e aulas expositivas) e no adestramento em técnicas e habilidades (ensino prático com exercícios repetitivos), de educação formal (de matemática). Ao apontar a fragilidade do modelo atual evidenciada pelos resultados sofríveis obtidos através desse modelo formal, não só em nosso país como em todo mundo, D’Ambrósio propõe a adoção de uma nova postura educacional para substituí-lo. As reflexões do autor conduzem para a abordagem de distintas formas de conhecer, que é a essência do que D’Ambrósio denomina Programa Etnomatemática no processo educacional.

Tanto para D’Ambrósio como para Skovsmose, a questão da teoria e da prática, além de não se apresentar como preocupação, não se expressa tampouco como um movimento divergente uma da outra. Apesar de utilizarem procedimentos diferentes, ambos os pesquisadores vêm nos procedimentos críticos relacionados com a educação matemática (tanto na pesquisa como na atividade docente), oportunidades para a construção do conhecimento, dentro de contextos sociais e políticos que se encontram próximos dos aprendizes e dos educadores.

Nessa mesma direção, Paulo Freire considera impossível a separação entre teoria e prática e vai além ao dizer que a fundamentação teórica da sua prática “se

explica ao mesmo tempo nela (prática), não como algo acabado, mas como um movimento dinâmico em que ambas, prática e teoria, se fazem e se refazem” (1982, p. 17). Para o educador, não é possível desassociar a compreensão de ambas, prática e teoria, nos domínios da educação e da atividade social.

Paulo Freire acrescenta (e reforça o aspecto crítico da educação) que aqueles que o seguem, isto é, os que põem em prática suas idéias, tenham sempre em mente que nenhuma atividade educativa, seja ela prática ou teórica, ocorre no vazio, mas sim em um contexto concreto, histórico social, cultural, econômico e político. Percebo semelhanças entre essa atitude de Freire e as formas de pensar e de agir de Skovsmose e D’Ambrósio.

Do mesmo modo que esses autores, não vejo as situações práticas do cotidiano como contraposições a conceituações teóricas, mas sim, como importantes instrumentos pedagógicos para o ensino de uma matemática viva e que sejam responsáveis por fornecer significados para a aprendizagem.

Igualmente, não conduzo esta investigação com a simples intenção de rejeitar o modelo centrado na educação formal ou no paradigma do exercício, mesmo porque ele está presente e enraizado nos ambientes escolares. Ao invés disso, penso em considerar outras possibilidades que, mesmo em meios como esses, possam tanto contribuir como estratégia para o ensino e para a aprendizagem de matemática, quanto estimular os estudantes para investigações, críticas, reflexões e compartilhamento dos resultados - obtidos através da modelagem - com a comunidade em que ele, estudante, está inserido. Vejo nos cenários para investigação um caminho para abordar tais possibilidades.

Skovsmose (2000), ao contrapor um cenário para investigação ao paradigma do exercício, constrói uma matriz (reproduzida na figura 2-1) e nela aborda seis diferentes situações em uma sala de aula, destacando que elas não são excludentes, ou até que as atividades de ensino podem “deslizar” de uma situação para outra, dependendo do momento e das condições encontradas e vivenciadas pelo professor. O autor em suas considerações sobre essa matriz propõe que haja um movimento entre as diversas células que a compõe.

	↓- Pedagogia de Ensino -↓	
Referência a: ↓	Paradigma do Exercício	Cenário para Investigação
Matemática Pura	(1)	(2)
Semi-Realidade	(3)	(4)
Realidade	(5)	(6)

Figura 2-1: Relação entre os ambientes de aprendizagem (Skovsmose, 2000, p.75).

A referência à matemática pura caracteriza-se principalmente pela preocupação com a matemática em si ou com questões que dizem respeito exclusivamente à própria matemática ou aos conteúdos curriculares. A adoção do paradigma do exercício é quase que natural quando essa proposta é assumida. Investigações são possíveis, mas ficam restritas à própria matemática e dependem basicamente da conduta do professor. As abordagens das técnicas estatísticas ou da continuidade de funções são ambas, conceitualmente, casos de referência à matemática em si.

A semi-realidade caracteriza-se pela adoção na sala de aula de questões relacionadas com ambientes externos, mas que não fazem parte necessariamente do dia-a-dia do estudante. A semi-realidade relaciona-se, em geral, com situações que se encontram fora da sala de aula e são trazidas, artificialmente, para o contexto do ensino de matemática. Skovsmose cita como situações de semi-realidade, as questões extraídas de livros didáticos de matemática.

A abordagem das técnicas estatísticas a partir de informações reais, mas obtidas de base de dados disponíveis, o problema sobre os preços de maçãs em bancas de feira diferentes para explorar algoritmos relacionados com as operações e com comparações, apresentado por Skovsmose (2000, p. 75), o exemplo do Sr. Silva que pediu dinheiro emprestado a uma taxa mensal de juros equivalente a 8%, para explicar questões relacionadas com porcentagem, juros simples e juros compostos citado por Barbosa (2001, p. 32) e problemas envolvendo questões relacionadas com poluição, segurança no tráfego, crescimento populacional, etc., apresentados apenas com a intenção de discutir aspectos matemáticos curriculares (JABLONKA, 2003), são situações que se inserem nesse contexto da semi-realidade.

Para Skovsmose essas situações são artificiais, na medida em que nenhuma investigação foi realizada, nem sobre as questões numéricas envolvidas (dados estatísticos, montante a ser emprestado, preços da maçã), nem sobre as situações inerentes aos problemas propostos (os sujeitos cujos dados estatísticos são apresentados; a apresentação desses dados; a produção de maçã; a composição dos preços; a identidade do Sr. Silva; o motivo do empréstimo; o significado de agiotagem; o meio ambiente; a segurança nas estradas; a relação fome e crescimento populacional).

Situações de semi-realidade compõem, inegavelmente, um campo no qual investigações podem ser realizadas e propiciam condições bastante favoráveis para discussões e aprendizagens de matemática. Os livros de Imenes & Lelis (1997) e de Lopes (2000) para o ensino fundamental, de Finney, Weir e Giordano (2002), nos cursos de Cálculo Diferencial e Integral e de Moore (1995 e 1997) direcionados aos cursos de Estatística, apresentam bons exemplos de situações de semi-realidade que possibilitam investigações (matemáticas ou não). As condições para investigação são tão mais favoráveis quanto mais se deslocam, na matriz apresentada na figura 2-1, do ambiente três em direção ao quatro.

Se, por um lado, essas situações não se constituem a priori em situações problematizadoras e também não são resultantes de reflexões decorrentes de discussões e de debates envolvendo alunos e professor, por outro, elas são mais facilmente disponíveis para serem exploradas pelo professor.

Quando situações originárias de outras áreas do conhecimento ou do “mundo da vida¹¹” e relacionadas com questões do interesse da comunidade local ou da sociedade são trazidas para a aula de matemática, há uma grande possibilidade de o conteúdo matemático passar a ser visto pelo aluno como um conjunto de procedimentos que está presente no seu dia-a-dia, que é do seu interesse e que pode servir-lhe em seu cotidiano.

Essa remissão à realidade, no ensino da matemática, permite que sejam trazidas para debate questões relacionadas com a situação, além das questões

¹¹ Mundo da vida é utilizado por Edmund Husserl para designar em um sentido filosófico as questões do cotidiano e que envolvem todo ser humano (REALE e ANTISERI, 1991, p, 565).

inerentes à própria matemática. Apesar da opção pela referência à realidade depender da pedagogia adotada, seja ela o paradigma do exercício seja o cenário para investigação, acredito ser muito difícil manter os alunos “comportadamente” concentrados apenas nas questões matemáticas, repetindo exercícios e entendendo conceitos, quando situações de seus cotidianos são trazidas para o ambiente escolar. Arrisco dizer que nos estudos com casos reais em sala de aula, mesmo que pouca investigação tenha sido conduzida, a permanência pedagógica no paradigma do exercício anula a riqueza do material disponível.

Questões relacionadas com as altas taxas de desemprego (tão preocupantes nos dias de hoje), a existência de diversos índices de variação de preço e suas composições (que tanto nos incomodam e que são alvo de discussões), as medições da popularidade do Presidente da República ou de uma política que está sendo implementada (a reforma da previdência ou a tributária, por exemplo), a matemática da rua ou a matemática presente no dia-a-dia do trabalho, e muitas outras disponíveis nos diversos meios de comunicação podem ser utilizadas em atividades relacionadas com gráficos, taxas, porcentagem, estatísticas, etc. Como diz Skovsmose, “todos esses dados vêm da vida real, oferecendo uma condição diferente para a comunicação entre o professor e o aluno, uma vez que agora faz sentido questionar e suplementar a informação dada pelo exercício” (2000, p. 77), muito embora, como lembra Jablonka (2003), só os fatos de dados da vida real não garantem a motivação para a aprendizagem de matemática, já que nem sempre o que é significativo para uns também o é para outros.

Nos cenários para investigação, representados pelo ambiente seis na matriz de Skovsmose, a partir da problematização de um assunto e da “aceitação” dos alunos, o contexto da aprendizagem é, de certa forma, transferido para fora da sala de aula. A responsabilidade pelo desenvolvimento do trabalho é compartilhada entre o professor e seus alunos¹².

¹² Paulo Freire, no contexto da alfabetização de adultos, ao referir-se a esse compartilhamento entre professor e aluno, diz que o processo educacional deve ser um ato de conhecimento no qual o diálogo, ou nas palavras do autor, “um autêntico diálogo”, precisa estar presente na relação entre educador e educando. E complementa: “[...] nessa relação, os sujeitos no ato de conhecer (educador-educando; educando-educador) se encontram mediatizados pelo objeto a ser conhecido” (1982, p. 49).

Nesse contexto são dos atores do cenário, professor e seus alunos, as preocupações com a investigação, quer das situações matemáticas quer das não matemáticas que compõem o objeto em estudo, com a construção (ou escolha) de modelos matemáticos que se adaptam aos dados disponíveis para conseguir respostas para as perguntas levantadas, com as críticas e com as reflexões tanto dos resultados alcançados como das suas conseqüências para a sociedade em geral e para a comunidade em particular, cabendo ao professor o importante papel de orientador.

A minha preocupação neste estudo é com a construção de cenários para investigação que, na matriz proposta por Skovsmose, estejam o mais próximo possível da situação seis. A seguir, caracterizo esses cenários segundo as formas como os vejo.

2.2.3. A caracterização dos cenários para investigação

Na formação matemática do ingressante no ensino superior, o papel do professor é lembrado muito mais pela sua atuação como planejador e executor das atividades didáticas em sala de aula (lousa bem elaborada, aulas preparadas com cuidado, exercícios resolvidos e que são utilizados como modelos para os similares que se seguem a eles, avaliação coerente com o que foi ensinado, etc.) do que pela sua atitude de orientar e incentivar os alunos a procurar respostas para suas dúvidas através de investigações, tenham essas investigações sido realizadas dentro ou fora da sala de aula. Essa é a lembrança mais comum dos alunos sobre a forma de ensinar matemática que foi confirmada nas entrevistas realizadas na fase de coleta de dados desta pesquisa. Essa lembrança justifica-se, pois esse é o formato pedagógico assumido pelo professor de matemática na grande maioria dos casos, e assim, nesse formato destaca-se aquele que melhor desempenhar as atividades didáticas.

Para porcentagem significativa de estudantes, o formato “ensina-aprende” com avaliação baseada no que se aprende é muitas vezes cômodo, adequado e menos trabalhoso e, por isso mesmo, preferido por eles. Esse formato foi sendo construído e reforçado por anos e anos, e mudanças podem trazer incertezas e

dificuldades, além de exigirem maior envolvimento e mais esforço. Boutinet (2002) observa que, para os alunos, receber o ensino pronto e formatado é muito mais tranquilizador do que aprender através de sua própria iniciativa e de seu esforço individual.

Esse pensamento é, de certo modo, confirmado por João, participante em 2001, de experiência pedagógica que relaciona educação a distância e modelagem matemática, descrita em Jacobini e Wodewotzki (2003a e 2003b) e que se constituiu no piloto deste estudo

“Professor, eu aceitei participar da experiência, mas eu não consigo estudar com essa metodologia [...] . Eu prefiro as aulas em que o professor coloca a matéria na lousa e diz o que eu devo estudar. Eu faço os exercícios e na prova me saio bem.”

Araújo (2002), ao descrever os alunos participantes do seu estudo relacionado com o Cálculo Diferencial e Integral e a modelagem matemática também reforça essa situação de desconforto para o estudante quando ele, acostumado com a aula centralizada no professor, precisa enfrentar uma nova situação em que o seu esforço próprio é necessário para buscar informação e compreensão do que está sendo abordado. Araújo (2002, p. 81), ao se referir aos alunos diz que “[...] essas falas retratam um certo choque entre o que os alunos estavam acostumados a encontrar em uma sala de aula de matemática e o que eles estavam encontrando nas aulas de Cálculo”.

É inegável também que o sistema de ingresso na universidade brasileira é responsável pela formatação de um ensino de matemática realizado em pacotes prontos que precisam ser desembulhados, seus conteúdos retirados e transferidos para os alunos e os resultados devem ser por eles assimilados de forma rápida e objetiva, preferencialmente sem críticas e sem reflexões. Em muitas situações a qualidade do que se aprende é avaliada apenas pela capacidade de reprodução do que foi ensinado. Os vestibulares para as mais concorridas universidades brasileiras e as diversas técnicas de avaliação, realizadas durante os cursos ou após a sua

conclusão (cito os “provões¹³”, como exemplo) constituem-se em formas institucionais de validação desse modelo de aprendizagem.

Mesmo quando o projeto educacional de ensino-aprendizagem, individual do professor ou institucional (da escola ou de diretrizes gerais, municipais, estaduais, nacionais) inova na tentativa de valorizar a criatividade na ação pedagógica, ele esbarra nessas questões relacionadas com a avaliação. Monteiro e Pompeu Jr (2001), em relação aos PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais), abordam, com propriedade, essa questão:

Os PCN mostram ter essa aspiração, uma vez que se colocam como parâmetros gerais e possibilitam a cada escola organizar sua própria proposta pedagógica. Infelizmente e contraditoriamente a esse processo, as avaliações, “provões”, etc. têm limitado um pouco essa pseudodemocracia no ensino (2001, p. 25).

Faço essas ponderações para justificar a construção de ambientes de aprendizagem de matemática, investigativos e reflexivos com estudantes que fazem parte de salas de aula em que a pedagogia predominante é caracterizada pelo papel centralizador do professor, mas que, em resposta ao convite do professor, aceitam participar do referido ambiente por acreditarem na sua proposta e nos seus objetivos.

Considero importante reforçar esse ponto “convite para atuar no cenário”. As salas de aula em nossos cursos de graduação são, em geral, numerosas e nelas encontram-se alunos com diferentes formações e que lá estão por diferentes interesses. A imposição do “paradigma do exercício” como pedagogia é aceita quase que naturalmente, pois, afinal, essa forma de ensino acompanha o aluno desde o seu ingresso na escola. Um novo paradigma pedagógico na sala de aula que se caracteriza pela investigação, por críticas e por questionamentos, não pode ser imposto, pois isso seria uma contradição ao próprio princípio do método.

Desta forma, os alunos, após uma explanação de objetivos, de significados e de pretensões relacionados com o trabalho, precisam ser convidados para participar

¹³ Provão: denominação popular para o Exame Nacional de Curso, a que se submeteram, até o ano de 2003, os alunos de diversos cursos de graduação, antes da obtenção do respectivo grau.

do cenário e quando um convite como esse é feito ele pode ser ou não aceito. Skovsmose, sobre a formulação do convite, acentua que “a sua aceitação depende da natureza do trabalho, da forma que o professor o apresenta e como ele convida seus alunos (muitas vezes esse convite pode ser entendido como um comando ou como uma imposição) e, certamente, do interesse dos alunos que podem, no momento, ter outras prioridades” (2000, p. 73).

Entretanto, reafirmo que os estudantes de graduação, ou por estarem habituados ao “paradigma do exercício” ou por entenderem que essa nova dinâmica de trabalho vai exigir deles muita dedicação e esforço, enquanto que no modelo habitual aulas/exercícios e avaliações com base nesses exercícios, é previsível o que deles se espera, nem sempre estão dispostos a aceitar uma nova dinâmica pedagógica.

Da mesma forma que Skovsmose, penso que um cenário para investigação não deve ser estabelecido apenas na direção do ensino e da aprendizagem de técnicas e de habilidades matemáticas, mas, principalmente, para reflexões e indagações sobre a função dessa matemática, sobre o seu papel junto à comunidade e acrescento, sobre as transformações provocadas pelas descobertas propiciadas pelo estudo, tanto nos próprios atores participantes do processo, como nos demais (colegas de classe, professores e outros envolvidos).

Assim, tomo a liberdade de utilizar o pensamento de Skovsmose e, neste estudo, considerar um cenário para investigação ou um ambiente de aprendizagem investigativo como sendo um espaço alternativo construído paralelamente às atividades da sala de aula, baseado em atividades relacionadas com o conteúdo curricular e composto por estudantes voluntários e interessados em dele participar por acreditarem na sua proposta pedagógica e na sua dinâmica de trabalho. As preocupações centrais nesse cenário são com investigações, tanto do conteúdo matemático quanto do “mundo da vida”, com reflexões decorrentes do trabalho investigativo realizado e com a inserção dos participantes desses ambientes em atividades externas à sala de aula, de modo que a matemática aprendida e os resultados obtidos das investigações realizadas possam ser compartilhados com outros setores da comunidade.

Neste estudo, tenho feito muitas referências à investigação (como indagação, busca, organização, manipulação e divulgação das informações) e à crítica (identificações dos problemas sociais e reações a eles, aperfeiçoamento democrático, questionamentos, busca de oportunidades). E quanto à reflexão¹⁴?

Skovsmose (2001a), ao referir-se à reflexão o faz tendo em mente a literacia matemática no contexto da educação matemática crítica e utiliza reflexão para designar um “entendimento” sobre ela (a matemática), sem fazer distinção nesse entendimento entre “conhecer”, que enfatiza o processo e “competência” que também abre a dimensão de uma habilidade não-verbalizada (p. 117).

Para o pesquisador, reflexões na educação matemática estão associadas ao conhecer reflexivo (competência de refletir sobre o uso da matemática e avaliar as conseqüências da sua utilização) e como ele próprio diz “têm a ver com avaliações das conseqüências do empreendimento tecnológico (habilidades em aplicar a matemática e as competências na construção de modelos)” (p. 116).

Vejo nas ponderações feitas por Skovsmose a respeito da reflexão (ou do conhecer reflexivo), uma grande preocupação com a preparação do estudante para refletir sobre o que ele considera conhecimento tecnológico¹⁵ na Educação Matemática. O exemplo citado pelo autor na página 117 clarifica essa preocupação: A competência matemática está elegantemente descrita na teoria dos números, a competência tecnológica utiliza-se desse conhecimento matemático para construir sistemas de armamento. As reflexões, nesse caso, referem-se às inquietudes dessa aplicação tecnológica, relacionadas com as conseqüências do desenvolvimento de armamentos com novo poder e nova precisão.

Considero as preocupações de Skovsmose legítimas, sem nenhuma dúvida. Eu também as tenho. Entretanto, neste estudo pretendo ir além e na caracterização que faço de cenário para investigação apoiado no trabalho com a modelagem, procuro ampliar o conceito de reflexão. Como destaquei no capítulo um, incluo

¹⁴ Na filosofia moderna a reflexão é usada principalmente como consciência e tem como sinônimos os termos conhecimento, consciência, introspecção, sentido interno e observação interna (ABBAGNANO, 1982).

¹⁵ Considero importante ressaltar que Skovsmose, ao se referir à tecnologia o faz como um conhecimento na Educação Matemática, relacionado com aplicações da matemática e com construção de modelos. Essa visão sobre a tecnologia difere do que consideramos tecnologia educacional (tecnologia na aprendizagem que se resume na utilização de recursos audiovisuais e tecnológicos em atividades relacionadas com ensino e com aprendizagem Niskier, (1993)).

também como reflexões decorrentes do trabalho investigativo: o processo de amadurecimento dos participantes, as discussões entre eles (sejam elas matemáticas ou não), as transformações ocorridas em seu pensamento, em sua maneira de agir e seu envolvimento enquanto cidadão, ambos decorrentes desse amadurecimento e dessas discussões, as aplicações dos resultados obtidos em algum contexto (social, político, econômico, educacional, a própria sala de aula ou a escola, etc.) que, direta ou indiretamente tenha alguma relação com os atores envolvidos e o seu envolvimento com os demais estudantes participantes da sala de aula e com a comunidade em que ele se insere.

Por fim, ao concluir a caracterização que faço do cenário para investigação destaco a necessidade de um acordo formal entre os participantes, relacionado com o trabalho que vai ser desenvolvido. A importância desse acordo deve-se ao fato de que a aceitação como resposta ao convite feito pelo professor pode ocorrer não como resultado de uma reflexão sobre os significados, as possibilidades e o alcance da proposta, mas, espontaneamente, como fruto do clima de otimismo, de cordialidade e de expectativa propiciado pelo ambiente descontraído entre o professor e seus alunos e que quebra a tensão existente na maioria das aulas de matemática. Essa tensão, denominada matefobia, relaciona-se com a ansiedade matemática e ocorre, principalmente, por causa de experiências negativas anteriores com a aprendizagem de matemática, e que foram vivenciadas pelos estudantes (FRANKENSTEIN, 1989) e por ansiedades e sentimentos de tensão e medo presentes na maioria dos estudantes, provenientes da manipulação de números e resolução de problemas matemáticos, existentes não só nos meios acadêmicos como na vida como um todo (BRADSTREET, 1995).

Ao chamar esse acordo de “contrato pedagógico para o trabalho investigativo”, aproveito os pensamentos de Baldino “contrato de trabalho explícito, por escrito, contendo princípios não negociáveis” (1998, p. 11), de Skovsmose “contrato didático” (2000, p. 85), de Boutinet “negociação pedagógica” (2002, p. 190).

Considero importante esse contrato pedagógico pelo fato da proposta de trabalho contida em um cenário para investigação compreender atitudes em sala de

aula que se diferenciam do esquema tradicional. Ao propor esse novo contrato estou de certa forma, rompendo com o acordo tradicional, existente e relacionado com modelos pedagógicos similares ao paradigma do exercício. A aceitação do acordo por parte dos alunos expressa concordância com as prioridades investigativas e reflexivas que caracterizam o ambiente de aprendizagem.

Como exposto no capítulo 1, proponho a modelagem matemática associada ao trabalho com projetos como núcleo central nesses cenários para investigação. Discuto a seguir esses ambientes de aprendizagem e o papel da tecnologia nos cenários construídos neste estudo.

2.3 Os ambientes de aprendizagem baseados no trabalho com projetos e na modelagem matemática

Ao participar da conferência internacional *Teaching and Learning in Higher Education: New Trends and Innovations* (2003), realizada na Universidade de Aveiro, em Portugal e que teve como objetivos principais: 1) a organização de um fórum para compartilhar problemas, pesquisas e práticas na área educacional relacionada com o ensino superior, 2) o destaque para o impacto de novas abordagens de aprendizagem, 3) o fomento à interação entre pesquisadores e professores e 4) o estabelecimento de redes de trabalho internacionais, constatei a presença cada vez mais significativa do trabalho com projetos nos ambientes escolares.

Dentre as conferências programadas, várias delas tiveram seu eixo principal concentrado em atividades de aprendizagem relacionadas com situações da realidade, realizadas a partir de trabalhos com projetos e/ou direcionadas à resolução de problemas e desenvolvidas em grupos de alunos. Destaco entre elas: a transição da educação secundária para a educação superior na Holanda; o Projeto “Project-Led Engineering Education (PLEE)”, relacionado com propostas de mudanças curriculares para os cursos de engenharia, também na Holanda; o desenvolvimento de competências com base em reflexões, experimentações e criatividade, a partir da organização de currículos de cursos de engenharia baseada no trabalho com projetos (Universidade de Aalborg, Dinamarca); as inovações no ensino promovidas pela Universidade de Beira Alta, em Portugal e relacionadas com

o currículo do curso de Medicina. Referências aos projetos e à orientação a problemas e com ênfase na presença da tecnologia, destacaram-se também entre as comunicações orais.

2.3.1 O trabalho com projetos ou a pedagogia de projetos

Pierre Lévy (2000), no contexto da aprendizagem à distância, diz que “os sistemas educativos encontram-se hoje submetidos a restrições no que diz respeito à quantidade, diversidade e velocidade de evoluções de saberes” (p. 169). Em sua análise, Lévy acrescenta que “os indivíduos toleram cada vez menos seguir cursos uniformes ou rígidos que não correspondem a suas necessidades reais e à especificidade de seu trajeto de vida” (p.169). A preocupação expressa pelo autor relaciona-se, principalmente, com a rápida evolução dos processos de educação realizados à distância que, na maioria dos casos, transformaram-se em transmissão à distância de cursos clássicos antes operados em formatos presenciais (SCHLEMMER, 2001).

No entanto, sob os pressupostos da educação crítica, esses cursos, independentemente da organização, à distância (com ou sem o apoio da Internet) ou presenciais, tendem a ser igualmente improdutivos se mantiverem em sua essência preocupações exclusivas com a transmissão do conhecimento. O trabalho com projetos na sala de aula insere-se, pois, no contexto em que, de um lado, se rompe com o caráter exclusivo de obtenção do conhecimento e em que, por outro, se direciona o olhar pedagógico para os fundamentos da educação crítica e para a realização de uma aprendizagem baseada na participação ativa dos educandos a partir do estudo de situações-problema de seu cotidiano.

O trabalho com projetos (SKOVSMOSE, 2001a, VITHAL; CHRISTIANSEN; SKOVSMOSE, 1995), a pedagogia de projetos (HERNÁNDES e VENTURA, 1998 VALENTE, 2003, BOUTINET, 2002), projetos de aprendizagem baseados em problemas (SCHLEMMER, 2001), estudo do meio, projetos de trabalho e trabalho por temas (HERNÁNDES, 1998), trabalhos de campo (CARRERA DE SOUZA, 2001), abordagem orientada por projetos (MELLIN-OLSEN, 1987) são denominações dadas a uma forma pedagógica de trabalho em que um programa de estudo é desenvolvido

a partir da organização e do desenvolvimento curricular, com a explícita intenção de transformar o aluno de objeto em sujeito e baseada na concepção de que a educação é um processo de vida e não apenas uma preparação para o futuro ou uma forma de transmissão da cultura e do conhecimento. Neste estudo utilizo todas essas denominações com o mesmo significado.

Para Hernandez e Ventura (1998), o trabalho com projeto consiste em uma forma de organização das atividades de ensino, partindo do princípio de que os conhecimentos não são adquiridos de forma rígida e ordenada nem em função de algumas referências disciplinares preestabelecidas ou de uma homogeneização dos alunos. Para o autor, “a função do projeto é favorecer a criação de estratégias de organização dos conhecimentos escolares em relação a: 1) o tratamento da informação e 2) a relação entre os diferentes conteúdos em torno de problemas ou hipóteses que facilitem aos alunos a construção de seus conhecimentos, a transformação da informação procedente dos diferentes saberes disciplinares em conhecimento próprio” (p. 61).

Monteiro e Pompeu Jr (2001) vêem no trabalho com projetos uma maneira possível e viável de se atender à proposta de transversalidade em sala de aula, constante nos PCN (p. 79).

Os primeiros trabalhos relacionados com a pedagogia do projeto surgiram no início do século 20, com J. Dewey e W. H. Kilpatrick e tiveram como objetivo a construção de uma pedagogia progressista, em contraposição à pedagogia tradicional existente (centrada no professor) e que, de certo modo, mostrava-se insuficiente em relação aos ganhos pedagógicos obtidos. Numa forma mais pontual, Hernández (1998) diz que a adoção dos projetos como prática educativa teve início no momento em que Kilpatrick, em 1919, introduziu na sala de aula contribuições de Dewey, principalmente a que afirma que “o pensamento tem sua origem numa situação problemática que se deve resolver mediante uma série de atos voluntários”. Nessa nova pedagogia, também chamada de pedagogia aberta, “o aluno se tornava ator de sua formação através de aprendizagens concretas e significativas para ele”. (BOUTINET, 2002, p. 181)

Boutinet (2002) lembra igualmente que os pedagogos da “educação nova” (a partir dos anos quarenta), ao proporem a pedagogia por objetivos – “finalizar o ato educativo e conferir-lhe a eficácia que aparentemente lhe faltava, propondo critérios precisos de avaliação através de objetivos fixados e, ao mesmo tempo, dinamizar as motivações dos alunos” (p. 182) – quase não recorreram ao conceito de projeto. Talvez por essa razão, essa pedagogia aberta ficou em desuso até o final dos anos setenta, quando, a partir do fracasso da metodologia educacional por objetivos aliado aos movimentos questionadores que eclodiram nessa época, seus princípios foram resgatados e reconsiderados.¹⁶

2.3.1.1 O projeto pedagógico

Antes de caracterizar os trabalhos com projetos, introduzo um novo elemento: o projeto pedagógico. Sei que uma luz de alerta se acende na frente dos olhos do leitor-professor quando qualquer referência a projeto pedagógico é feita. Afinal, o professor convive em seu dia-a-dia escolar com discursos sobre projetos pedagógicos, em algumas vezes, burocráticos e administrativos e, em outras, apenas como linhas de ação definidas pelas coordenações escolares. Coloco o tema em discussão porque vejo um trabalho pedagógico com projetos nascendo de um projeto pedagógico, não só de uma escola ou de uma diretriz superior, mas do próprio professor, que o tem como projeto de ensino, de atuação profissional e de realização pessoal. O professor, ao lançar-se em um projeto pedagógico concebe para si um certo tipo de projeto profissional de ensino que passe pela realização ao menos parcial do referido projeto pedagógico a ser promovido (BOUTINET, 2002).

Coloco de outra forma: o professor para trabalhar com projetos em atividades de ensino tem que ter claro e objetivo o seu próprio projeto pedagógico de ação para, a partir do estímulo à motivação dos estudantes e da constante negociação com eles, garantir que a eficácia do sistema escolar de formação seja alcançada. Na linha freiriana e pensando na democracia em sala de aula, a construção de um projeto pedagógico democrático deve basear-se no esforço integrado entre o professor e seus alunos e nascer de um diálogo entre os participantes. Como diz

¹⁶ Boutinet (2002), em paralelo às críticas à pedagogia por objetivos, mostra como a pedagogia do projeto foi lentamente sendo introduzida no sistema educacional francês, a partir de 1973.

Machado, “o professor precisa de ilusão pelos alunos” (2000, p. 11) e completo, mesmo que essa ilusão seja muitas vezes, uma utopia¹⁷.

Além disso, esse projeto pedagógico individual de trabalhar com projetos tem que se integrar a um projeto maior (institucional, pluridisciplinar, transversal ou até mesmo comunitário tendo a escola como centro) senão ele, solto no cotidiano escolar facilmente desintegra-se. O trabalho com projetos em algumas universidades dinamarquesas é institucional, como no caso da Aalborg University (os projetos são interdisciplinares e suas duração corresponde, aproximadamente, à metade do tempo de estudo. A outra metade é direcionada aos cursos (VITHAL; CHRISTIANSEN; SKOVSMOSE, 1995, SKOVSMOSE, 2001a)). Ainda na Dinamarca há incentivos ao trabalho com projetos no ensino básico (SKOVSMOSE, 2000). A experiência sobre trabalho com projetos, relatada por Hernandez e Ventura (1998), envolveu todos os professores da escola Pompeu Fabra, de Barcelona. O trabalho com projetos que realizo nas minhas aulas não faz parte (ainda) de um projeto institucional, mas relaciona-se com o meu projeto de pesquisa e nele, os alunos participam ativamente e intensamente.

O professor (ou grupo de professores) e os alunos são os atores no projeto pedagógico. Quando os professores são os agentes condutores do projeto em relação aos seus alunos, eles ocupam a posição central e os alunos, a periférica. Os professores podem também ocupar posição igual à dos alunos e até mesmo posições periféricas, quando acordarem que o centro do processo deve ser ocupado pelos alunos (BOUTINET, 2002).

2.3.1.2 A caracterização dos projetos de trabalho

A opção pelo trabalho com projetos na sala de aula provoca mudanças comportamentais, tanto nos alunos como no professor. A partir dessa opção a estrutura curricular deixa de ser a principal característica, dando lugar a um novo sentido ao conhecimento, baseado na busca de relações entre os fenômenos naturais, sociais e pessoais que nos ajude a compreender melhor a complexidade

¹⁷ Machado (2000) aborda a questão da utopia, considerando duas vertentes: na primeira, a associação natural que é feita com coisas ou desejos impossíveis de se realizar e na segunda, ao lado dos sonhos e das ilusões, as utopias são essenciais para a imaginação no caminho para o trabalho com projetos.

do mundo em que vivemos e no planejamento de estratégias para abordar e pesquisar problemas que vão além da compartimentação disciplinar (HERNÁNDEZ, 1998, p. 73).

Além disso, essa opção provoca também alterações na sala de aula em relação ao espaço físico (não é possível restringir o trabalho, em geral desenvolvido em grupos, aos limites impostos pelas paredes de uma classe ou pelos muros da escola), ao horário (Skovsmose diz: “é preciso tirar o horário de cena e dar espaço para períodos longos e contínuos de trabalho” (2001, p. 33)) e à liberdade de locomoção dentro da escola (possibilidades de freqüência à biblioteca, acesso à Internet, etc.). Por mais tradicional que seja a escola, são possíveis alguns rearranjos de horários e de espaços físicos, em acordo com professores, para que algumas dessas barreiras sejam rompidas. Nesses casos, torna-se um facilitador a existência de um projeto institucional.

Retomo Hernández, para quem o trabalho com projetos contribui para favorecer, nos estudantes, a aquisição de capacidades relacionadas com investigações, criatividade, síntese e integração de conhecimentos e de conteúdos, tomadas de decisão e formas de comunicação (escrita e oral). A essas capacidades acrescento as relacionadas com a formação crítica e de cidadania, como colocadas neste texto.

Sob o ponto de vista operacional, o trabalho com projetos envolve algumas fases. Ele se inicia com as explanações sobre o significado e sobre a dinâmica dessa nova forma pedagógica de trabalho e com a aceitação dos alunos ao convite feito pelo professor para dela participarem. O passo seguinte consiste na preparação do ambiente para a escolha dos temas. Não há formato específico para essa preparação. Ferreira (2003), por exemplo, já tendo decidido trabalhar com temas ambientais apresentou aos sujeitos da sua pesquisa algumas fitas de vídeo que tratavam dessa temática e distribuiu recortes de jornais e cartilhas sobre a educação ambiental. Já Barbosa (2001) optou por discutir com seus alunos aspectos importantes relacionados com o trabalho com modelagem antes da definição dos temas dos projetos.

Os temas podem surgir como fruto de uma proposta de interdisciplinaridade ou de transversalidade (e, portanto, envolvendo diversas disciplinas), ou das discussões na sala de aula entre o professor e seus alunos, ou de acordo com os interesses dos alunos (muitas vezes decorrentes dessas discussões), ou trazidos pelo próprio professor por causa do seu interesse em discutir determinados assuntos. Como disse na Introdução a opção pela escolha do tema pelos próprios alunos é recomendada por muitos autores, pois refletem interesses, ansiedades e relações dos alunos com seu cotidiano. Neste estudo, pelas razões também apresentadas no capítulo um, os temas foram trazidos por mim.

Valente (2003) diz que o importante no tema de trabalho é que ele seja do interesse de todos os que nele estão trabalhando, o que implica a possibilidade do grupo levantar vários temas para investigação. Cabe ao grupo decidir os procedimentos para a escolha do tema preferencial, e a eleição da preferência, após amplo debate, é uma alternativa envolvente e democrática.

O planejamento das atividades é um passo cuidadoso que requer atenção especial. O planejamento envolve questões como definição dos recursos necessários (livros, revistas, computador, Internet, etc.), divisão de tarefas, formas de apresentação e cronogramas.

Acredito que a problematização deve ser considerada a fase mais importante do trabalho com projeto, pois é através dela que surge a pergunta que vai gerar a pesquisa. Nesta fase, os participantes discutem sobre o tema, levantam questões, expõem suas idéias e seus conhecimentos sobre pontos que circundam o tema de investigação, relatam suas experiências. Retomo Valente (2003, p. 13), para quem,

[...] aproveitar a experiência social dos educandos para discutir aspectos da realidade é possibilitar o confronto entre as suas próprias visões de mundo com outras visões de mundo, efetuar trocas de experiências entre os integrantes do grupo, fazer análises de suas concepções sob outros pontos de vista, provocando, assim, o questionamento de suas próprias idéias e atitudes.

A investigação em si é o momento em que o grupo aprofunda-se nas questões decorrentes da problematização e tem início após a identificação das

primeiras fontes de informação e dos procedimentos para acessá-las. Nesta fase (como também na anterior) o professor, ao mesmo tempo em que tem um importante papel de orientador, acompanhando o desenvolvimento do trabalho do grupo, intervindo quando necessário e quando solicitado, incentivando questionamentos, sugerindo certos caminhos, contribuindo com fontes de informação, tem também a responsabilidade de manter-se razoavelmente distante para não inibir iniciativas dos alunos e não impedir a sua criatividade. O professor, além de ele próprio saber escutar, também precisa ensinar seus alunos a importância do ouvir. Como diz Hernández (1998, p. 82) “do que os outros dizem, também podemos aprender”.

Através da sistematização das informações buscam-se respostas para as indagações que surgiram na fase de investigação. Quando questões curriculares encontram-se presentes, vejo essas duas últimas fases como apropriadas para vinculações entre os resultados das investigações e o conteúdo programático. Além disso, elas possibilitam inserções desses resultados nos contextos sociais, políticos, econômicos, culturais, ambientais, etc., envolvendo não só os educandos, mas a comunidade em geral.

A sistematização gera um relatório, que é uma produção escrita, elaborada pelo grupo de alunos, com o objetivo de apresentar os resultados obtidos com a realização do trabalho. Esse relatório pode conter, além das conclusões do grupo, os processos que os integrantes usaram para chegar a essas conclusões. Ponte, Brocardo e Oliveira (2003) dizem que nesses processos podem incluir-se as questões levantadas acerca da situação proposta, a bibliografia, o modo como os dados foram organizados, os procedimentos e informações importantes sobre o assunto pesquisado. Vejo o rigor desse relatório variando em função do nível de escolaridade. Tenho como norma exigir dos meus alunos cuidados metodológicos na elaboração dos relatórios.

Por fim, esse material resultante de um amplo trabalho precisa ser divulgado, quer para tornar-se conhecido e ser utilizado como fonte de consulta quer para ser objeto de novos questionamentos e de novas problematizações. Destaco duas formas de fazer tal divulgação. A primeira, escrita, através de jornal, mural, cartazes

e, principalmente, através da Internet com os recursos do correio eletrônico ou mesmo de uma *home page*. A segunda, oral em sala de aula, para todos os colegas, tem como intenção principal a valorização perante os demais alunos do esforço despendido pelo grupo e a vinculação com conteúdos curriculares do material obtido.

Na educação matemática brasileira esse trabalho investigativo baseado em atividades de projetos é, muitas vezes, associado à aplicação da modelagem na sala de aula. Neste estudo interesse-me por tal associação e, antes de fazê-la abordo preliminarmente o ambiente de aprendizagem modelagem matemática.

2.3.2 A modelagem matemática

A modelagem constitui-se, em um sentido amplo, num método científico utilizado pela matemática para a resolução de problemas, principalmente daqueles apresentados por outras áreas do conhecimento (Física, Química, Biologia, Meio Ambiente, Economia, Ciências Sociais e Humanas, etc.). Através da modelagem, problemas reais são transformados em uma linguagem matemática e resolvidos segundo teorias disponíveis. As soluções encontradas são então adaptadas à linguagem do mundo real de onde esses problemas são extraídos e as validações dessas soluções são comprovadas (ou não) a partir dos dados disponíveis.

Segundo Bassanezi (1994), um dos precursores da aplicação da modelagem no Brasil e também um dos principais pesquisadores sobre o tema, “a modelagem consiste essencialmente na arte de transformar problemas da realidade e resolvê-los, interpretando suas soluções na linguagem do mundo real” (p. 61). Ainda de acordo com Bassanezi, “a modelagem matemática pode ser usada como um processo para a resolução dos mais variados problemas relacionados com a Matemática Aplicada, podendo ser utilizada como um método científico, como um programa de iniciação científica ou como uma estratégia de ensino-aprendizagem” (p. 68). Bassanezi reapresenta suas considerações sobre essas formas de utilizar a modelagem em seu recente livro “Ensino e aprendizagem com modelagem matemática” (2002, pp. 32 a 38).

Na mesma direção, Leibniz e Lidset (2004) consideram a modelagem como a translação de um fenômeno real para um modelo matemático¹⁸, baseada em três passos principais: 1) translação da realidade para o modelo; 2) análise do modelo; 3) translação de volta para a realidade. E Blum (1995, p. 5) vê a modelagem matemática como “um processo de construção de modelos que transforma uma situação real em uma situação matemática, ou um processo todo de resolução de um problema aplicado, ou algumas vezes, uma maneira de conectar o mundo real com a matemática”.

De um modo geral, para Bassanezi, para Leibniz e Lidset, para Blum e para a maioria dos pesquisadores interessados no tema, o processo de modelagem tem o seu início e o seu término no mundo real, passando pela construção de modelos, que são as representações em termos matemáticos de aspectos de interesse do problema real em estudo.

A modelagem no ensino de matemática tem sido aplicada como estratégia pedagógica bem sucedida em cursos de especialização e em treinamento de professores (Bassanezi (1994, 1999, 2002)), nos ensinos fundamental e médio (Biembegutt (1990, 2000), Burak (1987, 1992), Spina (2002)), em cursos de Cálculo Diferencial e Integral (Bassanezi (1994, 2002), Franchi (1993, 2002), Borba 1999 e Araújo, 2002), em Estatística Introdutória (Jacobini (1999) e Jacobini e Wodewotzki (2001)), na formação de professores (Barbosa, (2001)), na educação ambiental (Ferreira, 2003), na educação de adultos (Monteiro 1991), como apoio ao trabalho com temas transversais (Monteiro e Pompeu Jr, 2001).

Barbosa (2001), para quem a modelagem é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações com referências na realidade (p. 31), sintetiza, com as palavras abaixo, o processo de modelagem e a construção de modelos matemáticos:

[...] a partir do modelo matemático, elabora-se um problema matemático que será, se possível, resolvido pelas teorias matemáticas conhecidas. A

¹⁸ Um modelo matemático “pode ser formulado utilizando-se expressões numéricas ou fórmulas, diagramas, gráficos ou representações geométricas, equações algébricas, tabelas, etc.” (Biembegut e Hein, 2000, p. 12).

solução é trazida de volta para a situação real para ser interpretada. Se possível, pode-se “validar” com os dados empíricos. Procura-se verificar o significado e a acuidade da solução obtida na situação-problema. Se for julgada satisfatória aos propósitos do modelador, os resultados são comunicados; se não, retorna-se ao trabalho realizado, verificam-se os cálculos, as relações estabelecidas ou as simplificações realizadas no início do processo (p. 14).

Monteiro e Pompeu Jr. (2001) e D’Ambrósio (1996) entendem a modelagem matemática como uma estratégia que pode viabilizar a proposta da Etnomatemática numa proposta pedagógica. D’Ambrósio vê a modelagem matemática como uma forma de interação do conteúdo que está sendo ensinado na sala de aula com questões diretamente relacionadas com a realidade. De acordo com o autor, “a modelagem é um processo muito rico de encarar situações reais, e culmina com a solução efetiva do problema real e não com uma simples resolução formal de um problema artificial” (1996, p. 11). Já para Monteiro e Pompeu Jr. “a modelagem matemática pressupõe um ciclo de atuação que parte de uma realidade, cria um modelo que procura explicar e entender aquela realidade e, com os resultados obtidos volta-se a ela para validar/reformular o modelo criado” (2001, p. 72).

Os componentes desse ciclo variam em função do olhar do autor em relação ao processo de modelagem. Para Bassanezi (2002), por exemplo, esse ciclo é constituído por algumas etapas, a saber: Experimentação (atividade para a obtenção de dados experimentais); Abstração (seleção das variáveis de interesse, problematização ou formulação de problemas teóricos, formulação de hipóteses e simplificação do problema, simplificações necessárias, construção do modelo matemático); Resolução (solução do modelo matemático através de técnicas matemáticas); Validação (aceitação ou não do modelo proposto a partir do confronto com os dados empíricos, comparando suas soluções e previsões com os valores obtidos no(s) modelo(s) matemáticos); Modificação (se houver necessidade por causa de problemas com as informações obtidas, as hipóteses formuladas, a insuficiência de dados, ou até mesmo porque houve algum erro no processo de construção do modelo ou na sua resolução); Interpretação (da solução na linguagem do mundo real); Aplicações (em situações correlatas àquelas investigadas). Esse

ciclo proposto por Bassanezi é reproduzido em trabalhos que envolvem a modelagem matemática, principalmente em dissertações e teses.

Para Galbraith (1995), o trabalho com a modelagem na sala de aula pode ser desenvolvido com base em aplicações gerais, em uma modelagem estruturada ou através de uma modelagem aberta. Para o autor, essas três formas de trabalho com a modelagem (chamadas por ele de estágios) não são excludentes, sendo antes incentivada a integração delas.

Ao incluir aplicações gerais no trabalho com modelagem em sala de aula, Galbraith considera aplicações-padrão encontradas em textos convencionais, de forma semelhante à situação de semi-realidade, como proposto por Skovsmose (conforme discutido na seção 2.2.2., p. 40 neste capítulo). Após as discussões matemáticas necessárias à obtenção de soluções, os aspectos próprios da modelagem são introduzidos (significados, limites, discussões sobre os resultados matemáticos, decisões, generalizações, etc.).

Na modelagem estruturada, questões reais ou relacionadas com a realidade são consideradas juntamente com as formulações das aplicações. Neste estágio, intermediário à modelagem aberta, há uma forte assessoria do professor, tanto no apoio à construção de modelos e das suas resoluções como nas orientações para a busca de informações.

Na modelagem aberta os estudantes são incentivados a trabalhar com situações reais que, de certa forma, os envolvem, buscando informações, desenvolvendo habilidades para a formulação de modelos de realidades complexas, encontrando respostas para esses modelos, interpretando e adaptando essas respostas e promovendo discussões sobre os resultados. É nesse estágio que ocorre o processo de modelagem em sala de aula, na sua forma mais completa, e que incorpora as etapas que compõem o ciclo de modelagem proposto por Bassanezi. Entretanto, como alerta Jablonka (2003), nesse trabalho com a modelagem aberta, muitas vezes, questões específicas sobre modelagem como, por exemplo, as que envolvem precisão e suposições precisam ser exploradas preliminarmente pelo professor.

Barbosa (2001), em seu estudo sobre a modelagem organiza as atividades em sala de aula em função das situações que as envolvem e destaca entre elas a experiência do professor e o interesse dos alunos. O autor faz essa organização considerando três casos (figura 2-2) e em cada um deles o pesquisador destaca tanto o papel desempenhado por alunos e professor como o compartilhamento das atividades entre eles.

	CASO 1	CASO 2	CASO 3
Elaboração da situação-problema	Professor	Professor	Professor/Aluno
Simplificação	Professor	Professor/Aluno	Professor/Aluno
Dados qualitativos e quantitativos	Professor	Professor/Aluno	Professor/Aluno
Resolução	Professor/Aluno	Professor/Aluno	Professor/Aluno

Figura 2-2: Tarefas desempenhadas por alunos e professores nos casos de modelagem (Barbosa, 2001)

Concordo com Barbosa e Galbraith, não só em relação à organização do trabalho com a modelagem em estágios ou em casos (e a integração entre eles), como também sobre a liberdade do professor em percorrê-los, dependendo do momento e das condições da sala de aula em que os atores, professor e alunos, se encontrarem. Percebo similaridades entre as proposições de ambos os autores com a matriz construída por Skovsmose com a intenção de contrapor os ambientes de aprendizagem cenários para investigação e paradigma do exercício (reproduzida na figura 2.1 da seção 2.2.2.).

Outros relatos sobre a aplicação da modelagem no ensino de matemática podem ser encontrados nos anais do CNEMM (Conferência Nacional sobre Modelagem e Educação Matemática), nas publicações originárias das ICTMAs (*International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications*), dos ICMEs (*International Congress on Mathematical Education*) e dos diversos congressos nacionais e internacionais relacionados com a Educação Matemática.

Atualmente vários cursos de formação de professores de Matemática compõem seus currículos com disciplinas específicas sobre modelagem. Ferreira (2003), cita a Universidade Estadual de Londrina, PR, Universidade São Francisco, SP, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, SP e Universidade de Uberaba, MG, como exemplos de universidades que incluíram a modelagem matemática como

disciplina em seus cursos de formação de professores de Matemática. Barbosa (2001), entretanto, ao invés da concentração do conteúdo da modelagem e das aplicações em uma única disciplina propõe a presença desse conteúdo diluído nas diversas disciplinas que compõem a grade curricular da Licenciatura em Matemática. Franchi (2002), em relação aos cursos de Engenharia, propõe a inclusão da modelagem em conjunto com a abordagem das equações diferenciais.

Há também uma tendência nos livros-texto atuais em abordar a construção de modelos matemáticos, e, dentre eles, destaco a abordagem apresentada por Finney, Weir e Giordano¹⁹ sobre a construção de modelos matemáticos com a intenção de relacionar a matemática através do Cálculo Diferencial e Integral com os fenômenos do mundo real. Para eles, “um modelo matemático consiste em uma construção matemática estruturada para estudar um sistema do mundo real ou um comportamento que cause interesse” (2002, p. 65).

Segundo os mesmos autores, o processo de modelagem tem início nos dados do mundo real. Esses dados são, geralmente, obtidos de forma experimental e a maioria dos modelos simplifica a realidade.

Finney, Weir e Giordano fazem referência ao modelo linear e à modelagem empírica. No modelo linear, a relação entre duas variáveis x e y é dada a partir de uma constante de proporcionalidade, sendo por isso definido pela relação $y = kx$. Na modelagem empírica, os dados são coletados com a intenção de se captar uma tendência entre as variáveis em estudo. Em seguida uma curva de tendência (modelo matemático) que se ajusta a esses dados é encontrada e a validação do modelo é obtida a partir dessas informações experimentais. Finney, Weir e Giordano salientam que essas curvas de ajuste são importantes para previsões relacionadas com valores dentro do intervalo de dados, mas nem sempre são confiáveis para extrapolações. A mesma observação é feita por Bassanezi (2002).

Percebe-se na proposta apresentada uma grande preocupação com a aplicação da matemática, sempre com a intenção de mostrar a construção de modelos. Não há qualquer referência à investigação nem a qualquer situação

¹⁹ Dentre outros livros que fazem referência à modelagem, destaco os de Levine, Berenson e Stephan (1998), na Estatística, de Bassanezi e Ferreira (1988), em Equações Diferenciais e de Anton (2000) com o Cálculo Diferencial e Integral. Lopes (2000) e Imenes & Lellis (1997) preocupam-se com as aplicações da matemática.

relacionada com as condições que cercam o problema. São situações típicas de semi-realidade.

A questão da modelagem empírica é discutida também por Leibniz e Lidset (2004). Para os autores, na modelagem empírica (denominada por eles de processo experimental de modelagem) dados experimentais são obtidos pelos estudantes para a construção de um modelo matemático. Bassanezi (2002) utiliza dados empíricos (chamados de dados quantitativos) para a formulação dos modelos relacionados com o crescimento da tilápia, o rendimento de poupança, a tendência do crescimento populacional ou o risco de acidentes por ingestão de bebidas alcoólicas. No trabalho de Borba, Meneghetti e Hermini (1997), um grupo de alunas estudou o crescimento de uma planta cujo nome popular é Sansão do Campo. As alunas acompanharam a germinação das sementes por 18 dias, realizaram mediações diárias e construíram gráficos que representavam o crescimento das mudas e o número de germinações, ambos em função do tempo. Já Ferreira (2003), orientou seus alunos a obterem dados e informações objetivando relacionar o crescimento populacional com consumo de água, produção de lixo e consumo de energia elétrica.

Entretanto, como bem lembra Barbosa (2001), em muitos trabalhos de modelagem não ocorre construção de modelos, mas sim a utilização de modelos já conhecidos (uma fórmula da geometria, da trigonometria, da álgebra ou da estatística, por exemplo). Como diz Barbosa, “Não construíram um modelo, usaram um” (p. 35). E o pesquisador complementa dizendo “[...] o importante (quando a modelagem é aplicada na sala de aula) não é a construção do modelo em si, mas o processo de indagação e investigação, que pode, ou não envolver a formulação de um modelo matemático propriamente dito” (p. 36).

Concordo com Barbosa. Nos trabalhos nos cenários que construí os alunos usaram modelos existentes para o dimensionamento de amostras, a verificação da normalidade dos escores no teste sobre estresse, as diversas representações gráficas e o sistema de cobrança do imposto de renda. Paralelamente, problematizaram, realizaram simulações e projeções, investigaram sobre assuntos inerentes aos temas, refletiram sobre as descobertas e sobre os resultados

alcançados e envolveram-se com a comunidade. Assim, neste estudo, quando uso construção de modelo refiro-me principalmente à escolha do modelo.

2.3.3 A modelagem matemática associada ao trabalho com projetos

O interesse por aplicações da matemática no cotidiano das pessoas e por construção de modelos matemáticos, presente na maioria dos trabalhos que envolvem a aplicação da modelagem como estratégia pedagógica, é explicado, em grande parte, pela predominância das correntes pragmática e científica-humanística na sua proposição.

Como disse no capítulo anterior penso, como Barbosa (2001), que essas duas correntes não conseguem abranger toda a gama de possibilidades que se abre com a opção pela modelagem na sala de aula. Igualmente concordo com Barbosa sobre a importância de uma terceira corrente, identificada como sócio-crítica, sob a qual possam ser incluídos os trabalhos com a modelagem que se espelhem nos fundamentos da educação crítica, estejam voltados para a realização de uma aprendizagem que leva em conta a participação ativa dos educandos a partir do estudo de situações problemas do seu cotidiano, e que se interessem por reflexões decorrentes do conhecimento resultante das investigações realizadas, dos resultados obtidos e das conseqüências desse empreendimento para a sociedade. Como esses princípios e essas reflexões encontram-se presentes nos trabalhos com projetos (ver discussão na seção anterior), considero coerente associar a aplicação pedagógica da modelagem que contemple esses princípios e essas reflexões (e, portanto, vista numa perspectiva da corrente sócio-crítica) ao trabalho com projetos. Penso nessa associação quando me refiro a projetos de modelagem.

Incluo nessa linha sócio-crítica, por exemplo, as discussões encaminhadas por Skovsmose, primeiro no artigo *Mathematics in Action: A challenge for Social Theorising* (2001b), quando, com base nos exemplos “Modelos de Sistemas de Reserva de Passagens” (p. 5) e “Modelo Agregado Anual na Dinamarca²⁰” (p. 6), o autor fala “sobre a importância de se considerar como a matemática pode ser atuante como parte de um planejamento tecnológico e de processos de tomada de

²⁰ Traduzidos respectivamente de *Bookink Model e Annual Danish Aggregated Model*.

decisão, e de como, ela própria, se torna parte da tecnologia” (p. 8). Segundo, no projeto intitulado “Auxílio para Famílias” publicado no artigo *Towards a Philosophy of Critical Mathematics Education* (1994), desenvolvido com as intenções de exemplificar uma situação em que a matemática pode ser utilizada como ferramenta para organizar uma pequena parte da realidade social e de investigar significados críticos no ensino de matemática. Este projeto é comentado no capítulo 5.

Igualmente vejo inseridas nessa forma de pensar a modelagem as preocupações de D’Ambrósio, expressas em seus artigos relacionados com a etnomatemática (1990; 1994; 1996; 2001a; 2001b), e as concepções sobre literacia matemática apresentadas por Jablonka (2003) que, como discutido no capítulo sete, extrapolam o seu conceito tradicional relacionado com habilidades para cálculos e resoluções de problemas e ampliam os horizontes do seu significado, abrindo com essa ampliação possibilidades de se pensar a aprendizagem de matemática com outras perspectivas, focadas principalmente na cidadania crítica e direcionadas para a identidade cultural, a consciência ambiental, a avaliação da matemática e a mudança social.

Diversos outros trabalhos relacionados com a modelagem ou com a etnomatemática podem ser também incluídos nessa corrente sócio-crítica e, dentre eles, destaco a tese de Ferreira (2003) com interesse em situações que envolvem o meio ambiente, o livro de Monteiro e Pompeu Jr (2001) com enfoque nos temas transversais, o estudo etnomatemático de Borba (1987) em uma favela de Campinas e a tese do próprio Barbosa (2001), nem tanto por causa dos trabalhos que foram desenvolvidos pelos estudantes, mas principalmente pelas reflexões contidas ao longo da sua pesquisa.

Como disse no capítulo um e repeti na seção 2.2.3. considero as possibilidades políticas como reflexões que se identificam com questionamentos, críticas, ações e transformações. Essas reflexões se relacionam com a formação e o amadurecimento do estudante (acadêmico e enquanto cidadão), com as investigações e com as discussões (sendo estas matemáticas ou não) e com as transformações ocorridas em seu pensamento e em sua maneira de agir. Vejo também essas possibilidades como reflexões decorrentes do compartilhamento do

conhecimento resultante do trabalho com a modelagem em algum contexto que tenha alguma relação com os atores envolvidos e que possa contribuir para a formação da sua cidadania. Essas reflexões que caracterizam as possibilidades políticas identificam-se com os princípios e com as reflexões responsáveis pela associação entre a aplicação pedagógica de modelagem (que contemple esses princípios e essas reflexões) e o trabalho com projetos. Portanto, considero como projetos de modelagem os trabalhos desenvolvidos nos cenários para investigação analisados nos capítulos quatro, cinco e seis.

Nos dias atuais, a maioria dos pesquisadores que se interessa pela modelagem matemática considera imprescindível a presença da tecnologia em seus estudos. Como diz Araújo (2002, p. 41), “uma grande parte dos autores que se dedicam ao estudo da modelagem matemática trata, simultaneamente, a questão do uso das tecnologias informáticas [...]”. Como eles considero imprescindível essa presença, não apenas em relação aos trabalhos com a modelagem, mas também nas atividades pedagógicas realizadas nos contextos externos à sala de aula. Por causa da sua importância para este trabalho, abordo a seguir a presença da tecnologia, primeiro no processo de ensino-aprendizagem de matemática e depois, no contexto dos cenários para investigação.

2.3.4 O papel da tecnologia informática nos cenários para investigação

A evolução na multiplicação do conhecimento e a rapidez com que esse conhecimento é transmitido se devem, principalmente, à expansão tecnológica ocorrida nos últimos anos. Com mais conhecimento, mais rapidamente a tecnologia se desenvolve e, assim, o círculo científico se completa e se expande exponencialmente. Wickert (1999), em sua palestra sobre o futuro da educação a distância no Brasil, apresenta estudos realizados pelo economista francês Georges Anderla para a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, que mostram que a duplicação do conhecimento, lenta no início do século XX, no final dos anos sessenta estava ocorrendo a cada seis anos. No mesmo artigo, Wickert, com base nos resultados publicados pelo astrofísico Jacques Vallé escreve que no começo dos anos 90, mais especificamente em 1994, o conhecimento já se duplicava a cada 18 meses. No início deste novo século é de se supor que tanto a

multiplicação do conhecimento quanto o desenvolvimento tecnológico estejam ocorrendo com muito mais rapidez.

Uma relação similar à expansão entre conhecimento e desenvolvimento tecnológico ocorre no binômio envolvendo tecnologia e informática. Lévy (2000) cita como exemplo dessa crescente relação, a lei de Gordon-Moore, “[...] a cada dezoito meses, a evolução técnica permite dobrar a densidade dos microcomputadores em termos do número de operadores lógicos elementares” (2000, p. 33). Em relação à memória dos computadores, a expansão se dá de forma ainda mais rápida: “[...] de 1956 a 1996 os discos rígidos dos computadores multiplicaram por 600 sua capacidade de armazenamento e por 720 mil a densidade da informação armazenada” (LÉVY, 2000, P. 34).

A significativa presença da tecnologia e da informática no cotidiano das pessoas, resultante dessa evolução tecnológica, é responsável por rearranjos em suas vidas e esses rearranjos fora da escola acabam por transformar o cenário da própria escola, exigindo uma revisão dos sistemas de hierarquia, de conduta pedagógica e das prioridades tradicionalmente estabelecidas na profissão docente (PENTEADO, 2004, p. 284).

Na transformação desse cenário, muitos dos rearranjos pedagógicos são frutos de imposições para a utilização da tecnologia como instrumento didático. Essas imposições são, muitas vezes, feitas a si mesmo pelo próprio professor, por entender que a tecnologia precisa estar presente em suas aulas. Outras vezes as exigências são da escola ou mesmo da sociedade. Em qualquer uma das situações a utilização pedagógica da tecnologia é vista como inovação didática, implementada na sala de aula com a intenção de contribuir positivamente para a formação escolar do estudante.

De um modo geral, mídias como o vídeo, os *slides* e o *power point* mantêm o professor como centro e como ator responsável pelo desenvolvimento das práticas de ensino e de aprendizagem. Essas mídias são apenas instrumentos de apoio pedagógico e, ao utilizá-las, o professor planeja suas atividades e as executa dentro de um cenário criado por ele. Não é difícil para o professor manter “sob seu controle” a sala de aula.

Quando a tecnologia educacional centrada na informática - tecnologia informática (TI), segundo denominação de Borba e Penteado (2001)²¹ - é utilizada na sala de aula ou em um laboratório de informática, o surgimento de situações inesperadas pode fazer com que aquele controle quase que absoluto deixe de existir. Questões relativas à estrutura física do computador (panes ou travamento do programa, instabilidade do sistema, etc.), dúvidas relacionadas com o aplicativo em uso (utilização de determinados comandos), situações matemáticas inesperadas e decorrentes da programação do software (construção de gráficos de funções descontínuas com o Excel, por exemplo), desvio da atenção dos alunos para outros assuntos (Internet, correio eletrônico, outros programas), surgem com certa frequência e nem sempre as soluções são fáceis e estão disponíveis. “Uma combinação de teclas pode levar ao surgimento de situações que o professor nunca pensou antes. É possível que os alunos façam perguntas sobre a matemática que o professor não previu [...]” (PENTEADO, 2004, p. 284).

Essas situações, aliadas à necessidade do conhecimento dos softwares em uso, das possibilidades pedagógicas desses programas computacionais e até mesmo do funcionamento dos computadores, obrigam o professor a deixar o que foi definido por Borba e Penteado (2001) como sendo a zona de conforto em sala de aula e entrar em um campo de desconforto (ou em uma zona de risco, segundo denominação utilizada pelos mesmos autores e também por Skvosmose (2000)).

Entretanto, como lembra Franchi (2002), a simples opção pelo uso da tecnologia informática não implica necessariamente mudança na conduta pedagógica do professor. A aula pode continuar a ser expositiva mesmo com a presença do computador. A utilização de uma tecnologia informática de forma “domesticada”, a partir da organização de atividades nas quais os alunos se envolvem em rotinas com seqüência bem definida de passos, seguindo esquemas tutoriais dirigidos para a execução de uma determinada tarefa, se, por um lado, garante ao professor a tranqüilidade de manter-se nos limites da zona de conforto, por outro, impede o enriquecimento dos ambientes de ensino e de aprendizagem (PENTEADO, 2004).

²¹ Dentre as TIs destacam-se, principalmente, os computadores, os softwares, as calculadoras e a Internet.

Entendo esse enriquecimento pedagógico como resultante de um projeto elaborado e implementado pelo professor (ou por professores a partir de trabalhos interdisciplinares), com o apoio de recursos informáticos e construído com a intenção de atender determinados objetivos, direcionados principalmente para a formação do aluno (atividades de cálculo, aplicações de técnicas, de álgebra, modelagem e resoluções de problemas, explorações gráficas e geométricas, simulações, trabalho com dados empíricos e estatísticos, investigações através da Internet, etc.).

Encontramos na literatura um número cada vez mais crescente de publicações sobre pesquisas relacionadas com a aplicação da tecnologia informática no ensino e na aprendizagem de matemática. A maioria dos estudos faz referência aos instrumentos de cálculo na educação matemática, principalmente no que diz respeito ao seu potencial para cálculos numéricos, explorações algébricas, visualizações gráficas, geração de imagens e manuseio de grande quantidade de dados em trabalhos estatísticos ou de modelagem. Segundo Hoyles e Noss (2003), dentre esses instrumentos destacam-se os sistemas de geometria dinâmica (DGS) e de álgebra por computador (CAS)²², as calculadoras gráficas, as planilhas eletrônicas e os bancos de dados.

Os sistemas de geometria dinâmica são ferramentas computacionais que dão suporte ao ensino e à aprendizagem de geometria plana, por meio da construção de um cenário pedagógico no qual os estudantes, através de movimentos com o mouse, podem fazer construções e experimentações com objetos e relacionamentos geométricos (HOYLES e NOSS, 2003). Pesquisas sobre o potencial dos DGS no ensino de geometria podem ser encontradas, por exemplo, em Villiers (1998) e Goldenberger e Cuoco (1998).

Os sistemas de álgebra por computador, utilizados em muitos dos atuais livros de Cálculo (Finney, Weir e Giordano, 2002; Anton, 2000, por exemplo), são softwares utilizados pedagogicamente com a intenção de capacitar os estudantes para definir, manipular, transformar e visualizar expressões algébricas em qualquer uma de duas formas de representação (HOYLES e NOSS, 2003). Estudos sobre a

²² Utilizo sistemas de geometria dinâmica e de álgebra por computador como traduções de *dynamic geometry systems* (DGS) e *computer algebra systems* (CAS).

utilização do software Mathematica no apoio ao ensino de Cálculo são realizados pelo grupo de educação matemática do Instituto de Matemática e Estatística da UNICAMP e estão disponíveis no sítio www.ime.unicamp.br. Aplicações do software Minitab no ensino das técnicas estatísticas podem ser encontrada em Stephenson (1990), Greenberg (1995) e Jacobini (1999).

Thomas e Holton (2003) destacam o potencial do computador no ensino de matemática, em cursos universitários, por promover a aprendizagem de forma ativa através de abordagens experimentais, valorizar a aprendizagem construtivista, motivar as explicações, promover o trabalho cooperativo e contribuir na formação do pensamento (matemático) do estudante. Na pesquisa os autores analisam projetos sobre a utilização do computador, através de diferentes softwares, em atividades de ensino de tópicos relacionados com o cálculo, a álgebra linear, a álgebra abstrata e a geometria.

As possibilidades das calculadoras gráficas são exploradas, principalmente, no estudo com funções (Gracias e Borba, 2000; Borba e Penteado, 2001; Hudson e Borba, 1999), muito embora o crescente avanço dessa tecnologia esteja possibilitando a sua utilização em trabalhos que envolvem geometria, cálculo diferencial e integral e os instrumentos estatísticos de análise de dados (BORBA e PENTEADO, 2001). As calculadoras gráficas mais recentes, como a TI-92 da *Texas Instrument*, possuem recursos para o trabalho com CAS e DGS (WONG, 2003; HOYLES e NOSS, 2003). Para Wong “TI-92 é a integração do Derive e o Cabri em uma simples calculadora manual” (2003, p. 276).

A utilização pedagógica da Internet, apesar de ainda lentamente, começa a ganhar fôlego. Fleming, Luz e Coelho (2001), por exemplo, relatam experiência sobre a utilização de material didático relacionado com o ensino de matemática, para ser utilizado à distância, como apoio às aulas consideradas “presenciais”. Na mesma direção e considerando o ensino de Estatística, Leon e Parr (2000) relatam experiências pedagógicas sobre a utilização de *home page* como apoio às atividades em sala de aula, tanto em cursos introdutórios como em cursos mais avançados. Ainda em relação ao ensino de estatística, Malone e Bilder (2001) referem-se à exploração dos recursos da web (através de *home page* construída

com objetivos de comunicação através de e-mail e sala de bate-papo), como elo de interação professor-aluno e estudante-estudante.

No trabalho com a modelagem matemática, os recursos da informática são, nos dias de hoje, quase que imprescindíveis quer quando ela é utilizada como um método da matemática aplicada quer como um instrumento pedagógico. A necessidade da informática evidencia-se ainda mais quando muitos dados e muitas variáveis são considerados no processo de construção de modelos e quando simulações precisam ser realizadas. Essa simbiose entre informática e modelagem encontra-se presente na maioria dos atuais trabalhos que envolvem a modelagem.

As oportunidades oferecidas pelas tecnologias informáticas podem, indubitavelmente, contribuir favoravelmente para a aplicação da modelagem matemática como estratégia de ensino e de aprendizagem matemática, dentre outras razões, por: 1) possibilitar, através de simulações, o trabalho com aplicações diversas (simples ou complexas) e com dados reais; 2) auxiliar nas práticas de resoluções de problemas e na obtenção de aproximações, com grande precisão, para as soluções; 3) permitir uma maior concentração no trabalho com a modelagem, uma vez que atividades rotineiras de cálculos e habilidades relacionadas com resoluções podem ser deixadas para o computador; 4) possibilitar uma melhor compreensão dos problemas e facilitar interpretações por causa da facilidade em realizar simulações, gerar variações nos parâmetros, propiciar visualizações gráficas e extrair comparações qualitativas.

A escolha da tecnologia informática depende das condições do problema, da disponibilidade de equipamento e de quem vai fazer uso da modelagem. Um software simples e disponível como o Excel, por exemplo, é prático e útil no trabalho com dados e com ajustes de curvas, na construção de gráficos, em análises estatísticas, etc. Bassanezi faz uso do Excel na maioria dos trabalhos sobre modelagem descritos no livro “Ensino-aprendizagem com modelagem matemática” (2002). O Excel é também utilizado por Ferreira (2003), Jacobini e Wodewotzki (2002), Barbosa (2001) e, parcialmente, por Franchi (2002) e Ponte e Canavarro (1997).

A calculadora gráfica é preferida por Borba nos trabalhos de modelagem realizados no curso de Ciências Biológicas (Borba, Meneghetti e Hermini, 1997), e o seu potencial é discutido por Ponte e Canavarro (1997), juntamente com outras tecnologias aplicadas no ensino de matemática. Alguns softwares como o *Graphmatica*, o *Winplot* e o MPP (*Mathematics Plotting Program*) são de domínio público, simples e com recursos adequados para o trabalho com funções.

Outros softwares como *Mathematica*, *Mapple*, *Derive*, *MathCad*, apesar de ricos em possibilidades, têm o inconveniente de serem muito caros. Na mesma situação, porém relativamente à estatística, encontram-se os sistemas *Minitab*, *Estatística* e *SPSS*. Alguns desses softwares são utilizados em trabalhos pedagógicos com a modelagem por diversos pesquisadores considerados neste estudo: o *Mathematica*, por Franchi (2002), o *Mapple*, por Araújo (2002), o *Derive* por Blum (1995) e o *Minitab*, por Jacobini (1999).

Quatro razões principais levaram-me a inserir as tecnologias informáticas nos cenários para investigação construídos neste estudo. A primeira razão teve a ver com o trabalho com a modelagem propriamente dito, já que muitos dados e variáveis foram considerados, simulações foram realizadas e diversos gráficos precisaram ser construídos. A opção pelo Excel nesse trabalho com a modelagem teve a ver com a sua simplicidade, facilidade de uso e disponibilidade em todos os computadores espalhados nos diversos laboratórios da Universidade.

A informática como elemento motivador constituiu-se na segunda razão, pois, neste trabalho, os cenários foram construídos em disciplinas e em cursos diretamente relacionados com a informática.

Considero o apoio da tecnologia informática aos trabalhos realizados pelos estudantes em contextos resultantes da ampliação dos horizontes dos cenários para além da sala de aula como terceira razão para sua inserção no contexto deste estudo.

A última delas, relacionada com as anteriores, refere-se à construção de uma página na Internet, intitulada “Ambientes de Aprendizagem de Matemática: uma experiência pedagógica centrada na investigação”. Essa página, composta de hipertextos, foi elaborada com as intenções de: 1) atuar como espaço de divulgação

tanto dos resultados relacionados com esta pesquisa como daqueles obtidos pelos grupos de trabalho; 2) ser um elo de comunicação entre o professor e os integrantes do ambiente e entre esses próprios integrantes; 3) ser o meio centralizador dos sítios elaborados pelos estudantes e relacionados com os seus temas de estudo; 4) atuar, através do ícone “DISCIPLINA”, como espaço de comunicação entre o professor e os estudantes, participantes ou não do projeto experimental.

Esse ícone “DISCIPLINA” foi disposto estrategicamente no final da página para que o estudante interessado em alguma informação nele contida percorra, antes de acessá-lo, os demais campos relacionados com a pesquisa. Essa estratégia foi adotada com a intenção de divulgar as características dos cenários para a investigação, os resultados obtidos pelos grupos de trabalho e, assim, ampliar o interesse dos estudantes em deles participarem.

Essa página pode ser acessada através do endereço <http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/otavio> e os endereços das páginas dos grupos de trabalho estendem-se na seqüência. O formato da página principal encontra-se reproduzido na figura 2-3. A partir do ícone “Páginas dos Grupos”, o visitante tem a oportunidade de acessar os endereços dos grupos de trabalho e conhecer o trabalho investigativo sobre o tema abordado (através dos diversos “links” existentes).

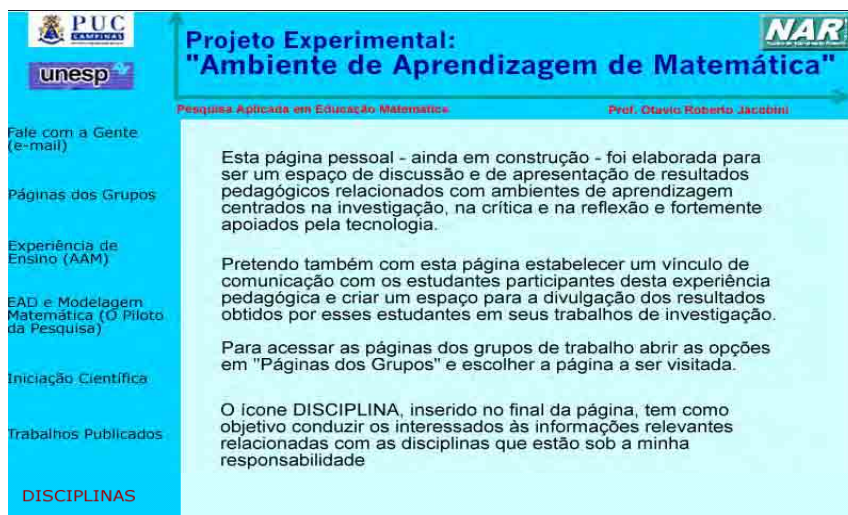


Figura 2-3: Formato da página Ambiente de Aprendizagem de Matemática.

Após a análise do material teórico relacionado com a educação (matemática) crítica, a modelagem matemática, o trabalho com projetos e o papel da tecnologia, apresento, no capítulo seguinte, a metodologia da pesquisa.

3. A METODOLOGIA DA PESQUISA

Estabelecidas na Introdução as questões centrais e norteadoras deste estudo e com base no referencial teórico analisado, descrito no capítulo anterior, o passo seguinte consistiu na elaboração dos procedimentos metodológicos utilizados para a coleta de dados e dos critérios de análise da investigação desenvolvida na pesquisa.

Início o capítulo com uma abordagem sobre a metodologia qualitativa e justifico a inserção desta pesquisa no âmbito da pesquisa-ação. Em seguida, descrevo os instrumentos utilizados na investigação e finalizo o capítulo relatando a forma como os dados foram coletados e posteriormente analisados. Como não poderia deixar de ser, aos pressupostos teóricos alinharam-se minhas experiências pessoais adquiridas ao longo dos mais de 30 anos de trabalho em sala de aula, experiências essas que me auxiliaram em tomadas de decisão, principalmente em relação àquelas onde os papéis do pesquisador e do professor confundiam-se.

3.1. A escolha da metodologia da pesquisa

No planejamento original da minha pesquisa, quando o objeto do meu estudo relacionava-se com a aplicação dos recursos da educação a distância, mediada pela tecnologia, ao trabalho com modelagem matemática, tinha a intenção de integrar ambas as abordagens metodológicas: a quantitativa e a qualitativa. A utilização de uma metodologia quantitativa justificava-se naquele momento em função do grande número de sujeitos que seriam analisados e da necessidade de realizar comparações estatísticas entre dois grupos de sujeitos que seriam constituídos aleatoriamente (sendo um experimental e o outro de controle).

Entretanto, após o re-direcionamento do estudo e com a ênfase dada aos cenários para investigação, os sujeitos da pesquisa, além de serem em número reduzido, seriam também voluntários (portanto, de certa forma escolhidos pelo pesquisador). Assim, comparações entre grupos através dos métodos estatísticos não mais se justificavam e a opção metodológica qualitativa mostrou-se a mais adequada.

Passo a apresentar a discussão sobre a metodologia da pesquisa. Como diz M. L. Jacobini (2003, p.37), “as ciências humanas, em sua formação – meados do século XVII - se inspiraram na metodologia das ciências naturais, buscando a objetividade pelo afastamento sujeito-objeto”. A autora complementa dizendo que a abordagem quantitativa, através de procedimentos como observar, medir, comparar e testar hipóteses firmou-se como meio para construir sistemas teóricos-práticos bem-sucedidos. Essa abordagem, conhecida também como positivismo ou empirismo lógico, segundo Alves-Mazzotti e Gewandsnajder (1998, p. 11) prescrevia que todos os enunciados e conceitos referentes a um dado fenômeno deveriam ser traduzidos em termos observáveis (objetivos) e testados empiricamente para verificar se eram verdadeiros ou falsos.

As abordagens qualitativas para as ciências humanas foram formuladas a partir do final do século XIX “como resultado das críticas feitas à adoção, pelas ciências humanas, do método das ciências naturais que é apropriado para o objeto destas ciências e não para o homem e para a sociedade” (JACOBINI, M. L. 2003, p. 37).

A abordagem qualitativa, como observam Lincoln e Guba (1985), se identifica como alternativa ao positivismo¹. Alves-Mazzotti e Gewandsnajder (1998, p. 131) considerando a multiplicidade de caracterizações da pesquisa qualitativa assumem a definição de Patton. Este diz, segundo os autores que

[...] a principal característica da pesquisa qualitativa é o fato de que esta segue a tradição compreensiva ou interpretativa. Isto significa que essas pesquisas partem do pressuposto de que as pessoas agem em função de suas crenças, sentimentos e valores e que seu comportamento tem sempre um sentido, um significado que não se dá a conhecer de modo imediato, precisando ser desvelado. Desta forma, as estratégias adotadas na pesquisa visam apreender estes significados.

¹ Nos anos 80 do século XX, inúmeras publicações surgiram procurando caracterizar o “novo paradigma” com a preocupação de mostrar não somente essa oposição ao positivismo, mas também a superioridade deste novo paradigma metodológico sobre o anterior (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSN AJDER, 1998, p. 130).

Também Lincoln e Guba (1985, p. 22-23) descrevem dois paradigmas em pesquisa: o positivista e o pós-positivista (por eles chamados de naturalista²). Citando Habermas eles dizem que o método empírico ou positivista se interessa pelos fatos e não pelos significados. Citando Harre os autores mostram que “a tradição positivista em metodologia científica baseou-se no princípio que o conhecimento confiável de qualquer campo de fenômenos reduz-se ao conhecimento de instâncias particulares de padrões de sensação”. Busca-se formular leis, e leis que são entendidas como “generalizações probabilísticas da descrição de tais padrões”. Já para o paradigma pós-positivista, segundo Hesse, “os significados são determinados pelas teorias no sentido da coerência teórica, mais que pela correspondência com os fatos”. Para Harre, o positivismo vê como seu objetivo principal a predição e, no novo paradigma, o interesse está no entendimento (como compreensão). Os autores criticam (p. 28) os pressupostos ontológicos, epistemológicos e metodológicos da abordagem positivista e também os pressupostos axiológicos que supõem que “a metodologia da pesquisa garante que os resultados da pesquisa são livres de qualquer sistema de valor”. Lincoln e Guba mostram que, dentro do pós-positivismo, duas tradições, no mínimo, contestam a idéia do pressuposto de isenção de valores nas pesquisas: a teoria crítica e as pesquisas feministas (p. 10).

Guba e Lincoln (apud Skovsmose e Borba, 2001) consideram que segundo o paradigma crítico “o objetivo da pesquisa é a crítica e a transformação da estrutura social, política, cultural, econômica, étnica e de gênero, que constrange e explora a espécie humana, pelo engajamento no confronto e até mesmo no conflito”. Segundo esses autores, ainda, o critério para medir o sucesso da abordagem crítica seria a verificação da emancipação que seria esperada (com este tipo de abordagem). O pesquisador é colocado no papel de instigador e facilitador, implicando que o pesquisador saiba a priori que transformações são necessárias.

² Para os autores a abordagem naturalista pode receber outros nomes como pós-positivismo, abordagem fenomenológica, hermenêutica, abordagem humanista (p. 7). Os autores buscam definir o conceito de pesquisa naturalista associando o uso da palavra naturalista ao contexto natural ou ao ambiente natural do objeto da pesquisa, de modo que o método contempla a associação entre o objeto e o contexto: “[...] Construções sobre a realidade não podem ser separadas do mundo no qual elas são experienciadas e que qualquer observação feita é inevitavelmente dependente do tempo e do contexto” (p. 189).

Skovsmose e Borba (2001) questionam a caracterização apresentada por Lincoln e Guba (1985) sobre o paradigma crítico, pois, apesar de relacionarem tal paradigma de pesquisa com transformações, discordam da compreensão *a priori* por parte do pesquisador de quais transformações são necessárias e de como proceder para fazê-las. Para Skovsmose e Borba, tanto transformações como críticas incluem incertezas e dúvidas e, por conseguinte, são improváveis de serem previstas. Esta afirmação se deve ao fato de que Skovsmose e Borba, ao considerarem o paradigma crítico, fazem-no com o olhar voltado para a pesquisa educacional realizada em sala de aula, quando situações inesperadas surgem com frequência e exigem do professor-pesquisador mais criatividade em relação às decisões e aos encaminhamentos e menos rigidez em posturas e em atitudes.

Pesquisa educacional crítica significa, para Skovsmose e Borba, o estudo de alternativas às práticas atuais. Os autores relacionam essas alternativas com mudanças e, apesar de associarem esse estudo de alternativas com a pesquisa-ação, o fazem com o cuidado de ressaltar que uma das principais preocupações da pesquisa crítica é garantir a qualidade da pesquisa que independe das estratégias adotadas.

Denzin e Lincoln (1994) ponderam que a pesquisa qualitativa envolve uma variedade de métodos empíricos – estudo de caso, experiência pessoal, história de vida, entrevistas, observações e, conseqüentemente, pesquisadores qualitativos dispõem de uma grande variedade de métodos interconectados que possibilitam a eles a melhor decisão sobre o caminho a seguir (p. 2).

Considero que o período pós-moderno caracteriza-se pela dúvida de que qualquer discurso ou estratégia metodológica tenha um lugar privilegiado e que um método tenha uma reivindicação geral e universal fidedigna e única, com autoridade exclusiva para um conhecimento. A partir dessas considerações faço a inserção desta minha pesquisa no modelo qualitativo.

A aplicação de instrumentos pedagógicos, como a modelagem matemática ou o trabalho com projetos em sala de aula, exige constante interação entre o pesquisador e os sujeitos envolvidos no processo de aprendizagem e, além disso,

trabalhos investigativos e reflexivos pressupõem ações, conscientizações e transformações. Por essas razões pondero ser oportuno e adequado inserir a presente investigação qualitativa no âmbito da pesquisa-ação.

A pesquisa-ação é uma forma de pesquisa na qual há uma ação deliberada por parte do pesquisador cuja intenção é transformar a realidade (que é objeto da investigação) e produzir conhecimentos relativos a essas mudanças. Nela, o pesquisador realiza a investigação a partir de sua própria prática (BARBIER, 2002), com o interesse em melhorar uma situação através de uma intervenção ativa (que represente uma mudança ou uma transformação), atuando em colaboração com os sujeitos envolvidos nessa situação (HITCHCOCK E HUGHES, 1995).

Thiollent (1996, p.14), define a pesquisa-ação como sendo *“um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo”*.

Neste estudo a ação significa ensinar e aprender de forma crítica, de modo que essa aprendizagem não se restrinja ao conhecimento matemático intrínseco ao conteúdo curricular, mas que também avance na direção da conscientização dos estudantes sobre os problemas da sociedade. Os ambientes de aprendizagem investigativos e reflexivos, centrados na modelagem matemática e apoiados pela tecnologia constituem-se nas alternativas pedagógicas para a realização dessa ação.

3.2. Os participantes da pesquisa

A maior parte das minhas atividades docentes está concentrada nos cursos de Engenharia de Computação e de Licenciatura em Matemática, ambos da PUC-Campinas. No primeiro curso leciono Estatística e Cálculo Diferencial e Integral e, no segundo, Instrumentação para o Ensino de Matemática. Por essa razão, ao planejar os cenários para investigação para a análise das possibilidades políticas e sociais no trabalho com a modelagem, decidi construí-los nessas disciplinas e nesses cursos. A opção pela organização de um cenário com alunos de Matemática também teve a

ver com o meu interesse em apresentar, para futuros professores, um viés político a partir do trabalho com a modelagem.

Alves-Mazzotti e Gewandsnajder (1998) ponderam que em pesquisas qualitativas a escolha tanto do campo de coleta de dados como dos participantes do estudo é proposital, já que o pesquisador precisa levar em consideração os interesses do seu estudo, as condições de acesso ao campo e a disponibilidade dos sujeitos.

Conforme descrito no capítulo anterior considero um cenário para investigação como sendo um espaço alternativo construído em paralelo às atividades da sala de aula, baseado em atividades relacionadas com o conteúdo curricular e composto por estudantes voluntários e interessados em dele participar por acreditarem na sua proposta pedagógica e na sua dinâmica de trabalho. As preocupações centrais nesse cenário são com investigações (tanto do conteúdo matemático quanto de questões que têm a ver com o cotidiano dos estudantes), com reflexões decorrentes do trabalho investigativo realizado e com a inserção dos participantes desses ambientes em atividades externas à sala de aula, de modo que o conhecimento matemático resultante do processo de aprendizagem e os resultados obtidos das investigações realizadas possam ser compartilhados com outros setores da comunidade.

Os dois primeiros cenários investigativos foram organizados no início do segundo semestre de 2002. De um deles, construído na disciplina Estatística e denominado “Estresse e Democracia”, participaram seis alunos e, do outro, intitulado “Eleições Presidenciais”, construído na disciplina Instrumentação para o Ensino de Matemática, tomaram parte quatro estudantes. Nesses ambientes preocupei-me em abordar tópicos relacionados com a estatística descritiva: planejamento de pesquisas quantitativas, coleta, armazenamento e apresentação de dados.

O terceiro ambiente foi organizado no primeiro semestre de 2003, no curso de Cálculo Diferencial e Integral. Desse cenário, denominado “Matemática e Cidadania” participaram 30 alunos, distribuídos em diversos projetos centrados no tema Tributação e Imposto de Renda. Nesse cenário concentrei meu interesse em tópicos

relacionados com funções, porcentagens, limites, continuidade e derivada. Deixo para apresentar os atores dos cenários nos capítulos seguintes, juntamente com a descrição do trabalho de campo.

Muito embora os cenários tenham sido construídos com estudantes voluntários e como espaço alternativo de aprendizagem, considereei oportuna a interação dos seus atores com os demais estudantes da classe. Além do mais, esses estudantes que não se engajaram diretamente dos cenários participaram, como sujeitos, das pesquisas quantitativas conduzidas pelos integrantes dos grupos em cada um dos seus respectivos projetos. Desta forma, como poderá ser percebido nos três próximos capítulos, destaquei, em cada um deles, os momentos dessa interação (através de seminários, debates, palestras ou exercícios).

Como, em geral, os temas propostos para projetos com modelagem envolvem aspectos e conceitos que extrapolam questões matemáticas - que nem sempre são do nosso conhecimento -, considereei pertinente para o desenvolvimento do trabalho o assessoramento de pessoas especializadas nesses assuntos investigados. Assim, participaram como especialistas nos cenários construídos, a professora Márcia Maria Gomes da Silva, diretora da Escola Municipal Dr. João Alves dos Santos, a professora Rita Manjaterra Khater, coordenadora do Projeto “Escola Viva” da Secretaria de Educação da Prefeitura de Campinas, os professores Antonio Álvaro de Sá, José Homero Adabo, Liliana Aparecida de Lima e Pedro Lemos, da PUC-Campinas, o Sr. Jose Reinaldo Braga, coordenador do Orçamento Participativo da Prefeitura de Campinas, a assistente social Silmara Quintana, coordenadora do Centro de Orientação ao Adolescente de Campinas e a Sra. Maria das Graças Dallochio, chefe do Centro de Atendimento ao Contribuinte da Receita Federal em Campinas.

3.3. Os procedimentos

3.3.1. Em relação aos instrumentos

Sempre foi bastante intenso o meu envolvimento em todos os cenários (como professor e como pesquisador) tanto no trabalho específico com a modelagem (investigação, construção de modelos, interpretação) quanto nas ações dos

participantes (discussões, reflexões, atuações fora da sala de aula). Esse constante envolvimento do pesquisador com os sujeitos da investigação, presente em muitas das pesquisas na área da Educação é uma característica da observação participante. Para Alves-Mazotti e Gewandsznajer, “na observação participante, o pesquisador se torna parte da situação observada, interagindo por longos períodos com os sujeitos, buscando partilhar o seu cotidiano para sentir o que significa estar naquela situação” (1998, p. 166).

Dentre os diversos procedimentos utilizados em pesquisas qualitativas para coleta de dados, neste estudo optei por três deles: a observação, a entrevista e a análise documental.

As minhas observações concentraram-se nas manifestações e nas atuações dos alunos-atores nos cenários, e essas observações foram registradas em dois modelos de diários. Em um deles, através de anotações simples, procurei registrar a participação dos sujeitos da pesquisa no cotidiano da sala de aula. O segundo modelo, denominado diário de campo, constituiu-se em um conjunto eletrônico de documentação, responsável pelo registro dos encontros diretamente relacionados com os cenários (discussões entre os atores, encontros e entrevistas, seminários, debates, trabalhos práticos na sala de aula ou no laboratório, etc.). O modelo desse diário de anotações compõe o apêndice A. Algumas atividades externas foram gravadas em vídeo para facilitar a transcrição das minhas observações em relação à participação dos meus alunos nesses eventos.

A preocupação com essas observações é recomendada por Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (1998), com o objetivo de obter informações para orientar o pesquisador em questões relevantes ao estudo. Essas observações, ainda segundo os autores, devem ser descritas no relatório final do pesquisador.

Além desses diários, a troca de correspondências eletrônicas entre os participantes do ambiente de aprendizagem (grupos, professor, assessores e demais estudantes) constituiu-se igualmente em importante fonte de documentação para a análise de dados. Essa troca de correspondência relacionou-se principalmente com procedimentos, questionamentos, orientações e discussões.

As entrevistas individuais com os alunos participantes (gravadas em áudio), semi-estruturadas, seguiram um roteiro previamente elaborado pelo pesquisador. Szymanski, Almeida e Prandini (2002) consideram uma entrevista, em seu sentido tradicional, como sendo

... um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional, que proporciona ao entrevistador, verbalmente a informação necessária (2002, p.10).

Nessas entrevistas, em um primeiro momento procurei caracterizar os sujeitos a partir de questões relacionadas com sua formação escolar no ensino fundamental e no ensino médio, mormente em relação à matemática. Em seguida, ainda em relação à fase escolar anterior ao ingresso na universidade, fez parte do roteiro uma abordagem sobre questões que tinham a ver com trabalhos de investigação, individuais ou em grupo, relacionamento da aprendizagem com o meio, incentivos à interdisciplinaridade e utilização da tecnologia na aprendizagem de matemática.

Foram também discutidas com o entrevistado questões relacionadas com o cenário para investigação e com o projeto de trabalho do grupo. Nesse bloco de questões procurei abordar aspectos concernentes ao envolvimento da tecnologia nas atividades do grupo, a participação do grupo no trabalho realizado, as experiências individuais adquiridas, o relacionamento tema/matemática, o papel do especialista, os significados dos projetos e dos ambientes de aprendizagem investigativos para a sua formação acadêmica e para a construção da sua cidadania, e as reflexões decorrentes da sua participação no trabalho. Os modelos utilizados para as entrevistas com os alunos compõem os apêndices B1 e B2.

Szymanski, Almeida e Prandini (2002, p. 15), ao analisarem um dos sentidos da reflexividade na entrevista destacam a importância da real compreensão da fala do entrevistado por parte do entrevistador e também que, como um compromisso ético em qualquer situação em que se utiliza a entrevista, tanto as respostas transcritas do entrevistado – com direito a modificar sua própria fala – como as interpretações do entrevistador devem “voltar” ao respondente.

Em atenção a essa recomendação, após a respectiva transcrição da gravação, o texto resultante foi enviado eletronicamente ao respectivo entrevistado para que ele pudesse confirmar suas posições e até mesmo alterá-las se fosse o caso. Em algumas situações retomei a entrevista para esclarecer pontos que não estavam suficientemente claros. As transcrições dessas entrevistas compõem os anexos H1, H2, H3.

Outros materiais foram utilizados tanto nas descrições dos cenários como no processo de análise de dados. Destaco, dentre eles: as entrevistas realizadas com os assessores; as informações obtidas com outros participantes deste trabalho (estudantes de ambos os cursos e não-participantes de nenhum cenário para investigação); os documentos relacionados com as investigações dos integrantes dos grupos; diversos materiais publicados na imprensa relacionados com os temas dos projetos; os próprios trabalhos finais elaborados pelos grupos. Referidos materiais compõem os anexos B, E e F.

3.3.2. As Sessões iniciais e finais de trabalho

No primeiro dia de aula, em todas as turmas que estavam sob a minha responsabilidade apresentei aos alunos as principais características desta experiência pedagógica relacionada com a modelagem e os meus objetivos enquanto doutorando em Educação Matemática. Procurei mostrar a importância e a significância dos aspectos investigativos e reflexivos dos trabalhos que seriam realizados pelos grupos interessados e das possibilidades desses resultados influenciarem discussões, questionamentos e envolvimento sociais e políticos, e até, em alguns casos, tomadas de decisão. Procurei minimizar o aspecto avaliação para que os alunos não se sentissem atraídos pelo trabalho imaginando facilidades na obtenção de boas notas.

No planejamento do trabalho, antes do início de cada semestre letivo, defini alguns temas para serem propostos aos grupos e procurei especialistas em cada um deles para assessorar os trabalhos. Durante a exposição do tema do projeto fiz uma apresentação do currículo do respectivo assessor.

Após essas explicações convidei os estudantes para participarem dos cenários. Os interessados organizaram-se em grupos em função de características e interesses próprios, e escolheram os temas para seus trabalhos dentre aqueles que haviam sido sugeridos. Em seguida, as inscrições dos grupos, feitas em formulário específico (contrato pedagógico, encontrado na página desta pesquisa e que compõe o apêndice C) foram a mim enviadas eletronicamente para serem arquivadas. O preenchimento e o envio desse formulário significava a concordância do grupo com a proposta de trabalho. Um e-grupo foi construído para troca de correspondência eletrônica (apenas em relação aos primeiros cenários) e a construção de página na Internet constituiu-se na primeira tarefa do grupo.

O último dia de aula foi reservado para a apresentação dos trabalhos dos grupos e para o fechamento do plano pedagógico através da associação dos resultados das investigações realizadas nos cenários com o conteúdo curricular desenvolvido ao longo do curso.

3.4. A análise dos dados

Os três cenários construídos em dois semestres seqüenciais, compostos de diversos grupos de estudantes e de outros participantes (assessores e alunos diversos), acrescidos do piloto da pesquisa, foram responsáveis tanto pela dilatação do período de coleta de dados como pela grande quantidade de informações disponibilizada para análise. A geração de grande quantidade de dados é uma característica das pesquisas qualitativas (ALVES-MAZOTTI e GEWANDSZNAJER; 1998), e esse material encontra-se arquivado em observações pessoais, nos diários de campo, nas fitas cassete e de vídeo, nas páginas da Internet, nas correspondências eletrônicas entre os participantes e, muito particularmente, na riqueza dos trabalhos elaborados pelos grupos.

Ao abordar o processo de análise dos dados, relembro que esta pesquisa teve como objetivos a construção de cenários para investigação paralelos às atividades na sala de aula e a exploração, com os estudantes inclusos nesses ambientes, da potencialidade da modelagem matemática como um instrumento de ação social e política. Neste caso, a pergunta do estudo – Quais as possibilidades

de crescimento político no trabalho pedagógico com a modelagem matemática? – foi elaborada com a intenção de ser muito mais uma diretriz para o estudo do que uma questão para a qual se buscam respostas conclusivas ou a confirmação ou a rejeição de uma determinada teoria ou de um conjunto de hipóteses.

Por essa razão, no planejamento da pesquisa defini apenas linhas gerais que deveriam me auxiliar no processo de coleta de dados, sem me preocupar em estabelecer, com rigor, quais variáveis deveriam ser consideradas em minhas análises e interpretações. Essas linhas gerais representavam minhas intenções, meus interesses e, principalmente, minhas idéias sobre pontos que deveriam fazer parte do debate com os estudantes nos cenários construídos.

Acredito que essa liberdade metodológica aliada à minha experiência docente tenha contribuído nos momentos em que decisões sobre os caminhos a seguir ou sobre as alternativas a escolher precisaram ser tomadas. Cito, como exemplos, as decisões sobre levar as discussões do cenário “Estresse e Democracia” para a escola municipal (e que resultou na abertura de uma nova frente de possibilidades) e a opção pelo trabalho pedagógico com os adolescentes do COMEC, envolvendo os alunos do cenário “Matemática e Cidadania”. Essas situações são esclarecidas nos capítulos seguintes.

Como cada um dos cenários foi construído dentro de determinadas peculiaridades – curso e disciplina em que ele estava inserido, características dos alunos, especificidade do tema e da investigação e contexto externo onde o trabalho foi discutido – optei por reservar um capítulo para cada um desses ambientes. Análises e interpretações relacionadas com a aplicação da modelagem (investigações, construções de modelos e reflexões sobre os resultados obtidos) e com a associação entre a matemática inclusa no processo da modelagem com o conteúdo curricular foram realizadas juntamente com as narrativas dos respectivos cenários. O mesmo procedimento foi adotado em relação à presença da tecnologia tanto em relação à página na Internet quanto ao seu apoio na aplicação da modelagem. Nesses capítulos procurei também contextualizar as atividades externas desenvolvidas pelos alunos-atores em cada um dos cenários, bem como algumas reflexões decorrentes dos trabalhos que eles realizaram.

No capítulo que se seguiu às narrativas sobre os cenários e com meu olhar concentrado nas possibilidades de crescimento político decorrente da aplicação da modelagem no contexto desses ambientes investigativos, procurei analisar os dados neles obtidos, bem como fazer algumas interpretações. Nesse momento redistribuí os episódios em dois blocos, de acordo com os cursos em que eles foram organizados. Fiz essa redistribuição não por querer agrupar os cenários em função das áreas de atuação profissional, mas por ver similaridades em termos de perspectivas de análise de dados, tanto em relação aos resultados dos trabalhos realizados quanto em relação às atividades externas à sala de aula desenvolvidas pelos alunos de Engenharia de Computação (envolvimento pedagógico com adolescentes e estudantes da escola pública), e que diferiam daquelas que caracterizaram o trabalho dos futuros professores de matemática (pesquisa sobre intenção de votos e participação no debate sobre os resultados obtidos).

Vejo essa participação dos estudantes nos cenários, caracterizada pela sua “vivência” com a matemática, por investigações e por discussões (sendo elas matemáticas ou não), como uma importante contribuição para a sua formação (social e profissional) e para o seu amadurecimento acadêmico. Igualmente, vejo seu envolvimento social e político com a comunidade, mediante o compartilhamento do conhecimento resultante do trabalho com a modelagem, como um importante passo na direção da formação da sua cidadania. Assim, ao considerar essa participação e esse envolvimento do estudante como procedimentos responsáveis pelo seu crescimento intelectual, pela sua preparação para exercer a cidadania e pela conscientização do seu papel na sociedade, busquei, a partir dos estudos propostos por Jablonka (2003), Freire (1978, 1982), Skovsmose (2001 a), D’Ambrosio (2001), Ponte (2002) e Frankenstein (1989), inserir as possibilidades de crescimento político decorrentes da aplicação da modelagem como um componente da literacia matemática.

Por fim, cabe ressaltar que, apesar da minha preocupação em fazer uma descrição ampla do contexto e das características dos sujeitos, como em toda pesquisa qualitativa, as interpretações feitas nesse estudo estão vinculadas ao contexto em que ele foi realizado. Assim, generalizações só podem ser realizadas

com os devidos cuidados. Ressalto também que, embora tenham os estudantes concordado expressamente em participar como sujeitos neste estudo, optei por preservar suas identidades, utilizando pseudônimos.

Após essas considerações sobre a abordagem metodológica apresento, nos três próximos capítulos, os cenários construídos.

4. O CENÁRIO PARA INVESTIGAÇÃO “ELEIÇÕES PRESIDENCIAIS”

“[...] E a esperança venceu o medo”

(Eleições Presidenciais de 2002)

Neste capítulo destaco o cenário “Eleições Presidenciais” construído com alunos do Curso de Matemática, e nele, o projeto “Pesquisa de Intenção de Votos entre os Estudantes da PUC-Campinas”. Reafirmo que a opção pela criação de um ambiente para investigação em um curso de Licenciatura em Matemática também teve a ver com minha intenção em ampliar a discussão sobre a modelagem como instrumento de ação política em um curso de formação de professores.

Início o capítulo com uma breve descrição dos participantes do cenário. Em seguida abordo alguns pontos importantes relacionados com o projeto desenvolvido pelos alunos e complemento o capítulo com as principais reflexões sobre o trabalho realizado.

4.1. O projeto “Pesquisa de intenção de votos entre os estudantes da PUC-Campinas”

O ano de 2002 foi bastante significativo para nós brasileiros. Depois de 17 anos do fim de um período autoritário, marcado por uma ditadura militar que durou mais de duas décadas, sentíamos, com a proximidade das eleições presidenciais, que estávamos de fato vivendo um período plenamente democrático.

Apesar de ainda relativas, a liberdade de expressão e a independência da maior parte da imprensa brasileira constituíam-se em fortes indicativos de uma nova era. A esse clima festivo alinhava-se também a real possibilidade de vitória do candidato a Presidente pertencente a um partido socialista, fato este marcante e que não se via na América Latina desde a posse de Salvador Allende, no Chile, em 1973.

Nesse cenário eleitoral os resultados das pesquisas de intenção de voto realizadas por importantes institutos especializados (Datafolha, Ibope, Census e Vox Populi), já no final do primeiro semestre de 2002 começaram a ser noticiados com destaque nos órgãos de imprensa. As chamadas prévias eleitorais aliadas ao amplo noticiário político e econômico passaram rapidamente a fazer parte do cotidiano e das discussões da sociedade brasileira.

Se as pesquisas sobre a eleição presidencial já não fossem suficientes para as páginas dos jornais e das revistas e para os principais noticiários no rádio e na televisão, as prévias relacionadas com as eleições para os governos estaduais e com as majoritárias para o Senado da República também contribuíam para ampliar o clima repleto de informações relacionadas com tendências de intenção de voto. É nesse contexto eleitoral que o primeiro cenário para investigação foi planejado, e o tema “Pesquisa de Intenção de Votos dos Estudantes da PUC-Campinas”, proposto aos estudantes que cursavam a disciplina Instrumentação para o Ensino de Matemática.

4.2. O grupo de trabalho

A disciplina Instrumentação para o Ensino de Matemática é ministrada no segundo semestre do curso e tem como objetivo explorar a potencialidade das planilhas eletrônicas como apoio ao professor de Matemática, principalmente no ensino fundamental e no ensino médio.

Todos os participantes do cenário moravam em cidades próximas de Campinas, viajavam diariamente e de ônibus para a Universidade e, antes do seu ingresso na PUC-Campinas sempre tinham estudado em escolas públicas. A seguir faço uma descrição de cada um dos integrantes do cenário.

- André, 24 anos, por incrível que pareça, detestava matemática. Ele se considerava um péssimo aluno e não conseguia entender o que era ensinado. André escolheu cursar Licenciatura em Matemática por ter um vizinho que era professor e sempre dizia para ele que havia muitas aulas de Matemática e, como era escasso o número de professores para essa disciplina, sempre teria muitas ofertas de emprego. Ele gostava mesmo da área de humanas, principalmente de

filosofia, tendo prestado o vestibular para Ciências Sociais na Unesp, em Maringá e em Londrina. Nessa última Universidade André ficou na lista de espera, mas acabou não sendo chamado. No momento da entrevista ele não pretendia mais mudar de curso, pois depois de um começo super difícil já estava conseguindo acompanhar razoavelmente o que era ensinado e pretendia, quando formado, ser professor de Matemática. André escolheu participar do cenário por ter achado interessante o projeto com pesquisas eleitorais e por ter naquele momento bastante tempo disponível.

- Carlos, 21 anos. O pai, proprietário de caminhão, realizava diversos tipos de carreto. Carlos, no momento da entrevista, acabara de ganhar um caminhão do pai e enquanto aguardava a documentação para iniciar o trabalho com fretes encontrava-se trabalhando com limpeza. No ensino médio Carlos cursou Contabilidade e sempre gostou de matemática, apesar de ter relaxado um pouco nos últimos anos. Mesmo assim era em Matemática que ele obtinha as suas melhores notas e sempre entendia com facilidade o que o professor ensinava. Como André, a influência de um professor do ensino médio, que dizia para ele que sempre haveria muitas aulas de Matemática, foi decisiva para sua opção pelo Curso. Como ele sempre gostou de mexer com números, seguiu a orientação desse professor. Carlos pretende exercer a função de professor de Matemática quando concluir a licenciatura, mas a Contabilidade, que era também uma opção, não foi descartada. Ele aceitou participar do cenário por achar que essa é uma forma de quebrar a distância que existe entre o professor e o aluno e também para poder trabalhar junto com o professor.
- Joel, 18 anos, trabalhava como pedreiro, a mesma profissão do pai. Ele considerava seu trabalho interessante, apesar de bastante pesado, mas sempre que precisava estudar ou realizar tarefas escolares, seu pai o dispensava do serviço. Joel sempre gostou de matemática, entendia facilmente o que era ensinado pelo professor e sempre obtinha bons resultados nas avaliações. A escolha pelo curso de Matemática teve justamente como razão essa facilidade com o conteúdo e com o gosto pela disciplina. O incentivo de professores também teve um papel importante em sua escolha. Pretende, no futuro, ser professor. Joel escolheu participar do cenário porque achou interessante a

perspectiva de abordar pessoas e conversar com elas sobre política, principalmente sobre as eleições que se aproximavam.

- Silvio, 19 anos, para vir à Universidade era obrigado a tomar dois ônibus e andar um bom trecho a pé. A volta para casa era feita através de um ônibus fretado e no trajeto gostava de conversar com os colegas universitários, normalmente sobre política. Era ajudante de refrigeração sem registro em carteira. Silvio, como Carlos e Joel, também gostava muito das aulas de Matemática e, além disso, gostava de ensinar e achava importante o papel do professor. O desejo de cursar Matemática sempre esteve presente, desde o primeiro ano do ensino médio. Algumas vezes surgia alguma dúvida (talvez Contabilidade, Computação ou Farmácia – ele tem um tio farmacêutico), mas no final a Matemática prevalecia. Segundo ele, era unir o útil ao agradável. No início, Silvio teve muitas dificuldades no Curso, mas com muito esforço e dedicação soube suplantá-las e falava com muito orgulho sobre isso. Ele pretende não só seguir a carreira de professor como também fazer um curso de Pós-graduação. Silvio aceitou participar do cenário por ter muito interesse não só no tema eleições, mas também em política de um modo geral. Além disso, ele achava interessante entrevistar e trabalhar com outras pessoas.

Os especialistas, Pedro Lemos e Antonio Álvaro de Sá, que fizeram parte do cenário são professores da PUC-Campinas nas áreas de Sociologia e de Política e tiveram importantes papéis tanto na preparação do trabalho como na análise dos dados coletados. Nessa análise de dados participaram também alguns estudantes do curso de Ciências Sociais da Universidade

4.3. O trabalho investigativo relacionado com o projeto

Logo após a aceitação dos alunos para participar do projeto, reunimos-nos algumas vezes para discutir sobre procedimentos e sobre o andamento do trabalho. No primeiro encontro, buscamos definir as estratégias de ação e um esboço de cronograma para as atividades foi elaborado. Nele, a maior parte do trabalho ficou concentrada nos meses de agosto e de setembro (por causa da proximidade da data das eleições).

Inicialmente os integrantes do grupo foram orientados para iniciar o trabalho de construção de uma página na Internet para a divulgação dos resultados obtidos. Como os alunos não possuíam conhecimento tecnológico para a construção de páginas, não dispunham de muito tempo para o aprendizado e também não demonstraram muito interesse nessa atividade, ela acabou não se concretizando e o trabalho final do grupo foi anexado à minha página, no endereço <http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/otavio/>. No anexo B encontra-se o relatório contendo a descrição do trabalho elaborado pelo grupo.

Como o tema de trabalho relacionava-se com pesquisas sobre intenção de voto, nessa primeira reunião os alunos foram orientados a buscar informações sobre prévias eleitorais e sobre o que deveria constar nos questionários¹ na Internet e na imprensa. Percebi, nos contatos com os alunos que eles estavam mais preocupados com essa atividade e com os resultados da coleta de dados do que com a construção da página (percepção depois confirmada nas entrevistas finais).

Um outro encontro foi realizado com os participantes de todos os cenários e nele, além das apresentações formais de cada integrante (faculdade, série, o que o aluno esperava do trabalho, a razão pela sua inserção no projeto, etc.) expliquei com mais detalhes o objetivo do trabalho (que fazia parte da pesquisa que eu realizava como doutorando em Educação Matemática), o que era esperado de cada um dos grupos, a possibilidade de integração entre eles e a atuação de cada um deles como participante crítico dos projetos dos outros grupos.

De volta ao cenário, reunimos-nos com o professor Pedro Lemos para a escolha das variáveis que deveriam constar da pesquisa e para a definição de estratégias. Nessa reunião o professor Pedro propôs que aproveitássemos o momento e realizássemos um amplo debate na Universidade, justamente sobre o pensamento do estudante universitário em relação às eleições do ano de 2002.

¹ Os alunos obtiveram também informações em textos de estatística e, dentre esses, em um material específico elaborado por mim sobre variáveis e sobre questionários para a obtenção de informações estatísticas.

Apesar da ampliação do trabalho investigativo² tanto para os alunos como para mim - para este debate precisaríamos realizar uma consulta amostral e explorar aspectos metodológicos de pesquisas de opinião, sendo que esses tópicos não faziam parte do programa de curso - considereei que este redimensionamento poderia trazer uma oportunidade de discussão e de reflexão muito mais ampla e com muito mais significado, como também ampliar o horizonte das investigações matemáticas.

Além disso, os alunos poderiam participar do planejamento da pesquisa, discutindo pontos importantes como o dimensionamento da amostra que seria utilizada e a margem de erro que seria considerada. Como eles concordaram com a ampliação do horizonte do trabalho, concordamos com a realização do debate. Para poder realizar a pesquisa amostral os alunos foram orientados a estudar alguns conceitos estatísticos relacionados com curva normal, distribuição amostral, margem de erro e nível de confiança.

Através das experiências publicadas em Jacobini e Wodewotzki (2001; 2002) os alunos puderam visualizar os relacionamentos entre esses conceitos através de simulações de amostras com proporções de respostas que se enquadram em uma categoria (“Sim”, por exemplo, quando consideramos uma variável com apenas duas categorias excludentes), em função do número de sujeitos considerado na amostra. As discussões resultantes dessas investigações são relatadas a seguir.

4.3.1. As discussões relacionadas com os conceitos estatísticos utilizados na pesquisa eleitoral

O relato descrito a seguir refere-se às discussões ocorridas em encontros durante o período de planejamento da pesquisa sobre intenção de votos.

Professor: Um resultado importante percebido nessas simulações é que a variabilidade na distribuição amostral diminui de forma inversamente proporcional ao tamanho da amostra. A estatística, com base em teorias matemáticas, nos diz que a distribuição amostral de \hat{p} é

² No meu plano de trabalho a prévia eleitoral seria realizada sem nenhuma preocupação amostral e as discussões dos resultados e as reflexões sobre os seus significados seriam realizadas apenas no contexto do Curso de Matemática.

aproximadamente normal e que o desvio padrão dessa distribuição amostral ($\sigma_{\hat{p}}$) é obtido através da equação 1,

$$\sigma_{\hat{p}} = \sqrt{\frac{p \cdot (1-p)}{n}} \quad \text{(Equação 1)}$$

onde n é o tamanho da amostra, p é a proporção de “Sim” na população e \hat{p} é a proporção de “Sim” na amostra.

A margem de erro (d) é proporcional a esse desvio padrão e tem como fator de proporcionalidade o escore padronizado z , obtido a partir da distribuição normal padrão Z e encontra-se tabelado em função do Nível de Confiança. Assim, a margem de erro é uma função de z , de p e de n (equação 2).

$$d = z \cdot \sqrt{\frac{p \cdot (1-p)}{n}} \quad \text{(Equação 2)}$$

Alunos: elevando ao quadrado, obtemos o valor de $n = \frac{z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{d^2}$, mas como desconhecemos p , como devemos proceder?

Professor: Consideramos uma estimativa para essa proporção, identificada por p^* e assim obtemos a equação 3.

$$n = \frac{z^2 \cdot p^* \cdot (1-p^*)}{d^2} \quad \text{(Equação 3)}$$

Discussão: Essa equação mostra que n é uma função de z , p^* e d ou seja, $n = F(z, p^*, d)$ e como em pesquisas quantitativas tanto o nível de confiança como a margem de erro são fixados pelo pesquisador, a relação $k = \frac{z^2}{d^2}$ é constante. Assim, n pode ser considerada apenas como função de p^* , ou seja, $n = f(p^*)$ e os conceitos de função, de derivada e de extremos de funções puderam ser aplicados na estatística. Assim, $n = f(p^*)$ é obtido a partir da equação 4,

$$n = k \cdot p^* \cdot (1-p^*) \quad \text{(Equação 4)}$$

Temos então uma função quadrática, incompleta com o termo $c = 0$, ou seja:
 $n = -k(p^*)^2 + kp^*$

Professor: Vimos que a variabilidade em uma pesquisa amostral reduz-se em função do tamanho da amostra. Assim, como não podemos ouvir toda a população temos que estimar o valor de n , a partir de p^* . Como não conhecemos p^* (na verdade, p é o valor que desejamos conhecer ou estimar através de uma amostra), pergunto: É possível encontrar p^* que maximize n ?

Após discussões entre os alunos envolvendo a função quadrática, a solução proposta por eles pode ser resumida em:

Como o coeficiente de $(p^*)^2$ na função quadrática é $-k = -\frac{z^2}{d^2} < 0$ temos que o vértice da parábola é máximo e portanto é possível encontrar p^* que maximize n .

Para exemplificar consideramos o caso em que o Nível de Confiança é 95% (na tabela, $z = 1,96$) e um erro máximo admitido igual a 5%. Os dados para a construção da parábola e a parábola estão desenhados no gráfico 4-1. Esses dados e a parábola foram construídos pelos alunos, utilizando os recursos do Excel.

$$f(p^*) = -k(p^*)^2 + kp^*$$

$$k = (1,96/0,05)^2 = 1.536,64$$

p^*	$f(p^*)$
0,1	138,2976
0,2	245,8624
0,3	322,6944
0,4	368,7936
0,5	384,16
0,6	368,7936
0,7	322,6944
0,8	245,8624
0,9	138,2976

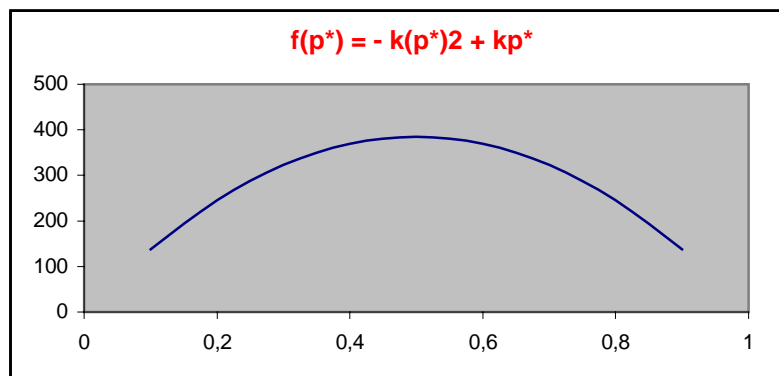


Gráfico 4-1: Tamanho da amostra n em função de p^* , quando $NC = 95\%$ e $m.e. = 5\%$.

Desta forma percebe-se que, nas condições da pesquisa, o tamanho máximo da amostra é obtido quando $p^* = 0,5$, que é a abscissa correspondente ao vértice da parábola,

$$p^*_v = -\frac{b}{2a} = -\frac{k}{-2k} = 0,5$$

André: Podemos usar máximos e mínimos e derivada, não professor?

Em conjunto derivamos a função e igualamos essa derivada a zero para a obtenção do ponto crítico, ou seja,

$$n' = -2kp^* + k = 0 \Rightarrow p^* = 0,5$$

Conclusão: O dimensionamento de uma amostra é obtido considerando o valor de $p^ = 0,5$, que é a proporção amostral que maximiza n . Com isso, a fórmula para a obtenção de n , construída com $p^* = 0,5$ é*

$$n = 0,25 \times \left(\frac{z}{d} \right)^2 \quad \text{Equação 5}$$

Como usualmente em pesquisas quantitativas são utilizados níveis de confiança iguais a 95% ($z = 1,96$) e 99% ($z = 2,58$), o dimensionamento de amostra, nesses casos é feita pelas equações 6 e 7.

$$NC = 95\% \Rightarrow n = \frac{0,9604}{d^2} \quad \text{(Equação 6)}$$

$$NC = 99\% \Rightarrow n = \frac{1,6641}{d^2} \quad \text{(Equação 7)}$$

Professor: Os resultados acima são utilizados quando a população (N) é considerada infinita, ou seja, muito grande (para muitos autores, mais de 100.000 sujeitos). Quando a população é finita, como no nosso caso, o desvio padrão precisa ser corrigido por um fator dependente do tamanho dessa população e as equações 6 e 7 modificam-se para

$$NC = 95\% \Rightarrow n = \frac{0,9604 \times N}{d^2 \times (N - 1) + 0,9604} \quad \text{(Equação 8)}$$

$$NC = 99\% \Rightarrow n = \frac{1,6641 \times N}{d^2 \times (N - 1) + 1,6641} \quad \text{(Equação 9)}$$

Professor: Agora, com essas informações, podemos dimensionar a amostra para a pesquisa que vamos realizar. Como a Universidade é distribuída em três campi, em muitos cursos agrupados em três áreas e em dois períodos, matutino e noturno, que procedência devemos adotar para garantir representatividade?

Alunos (após discussão entre eles): através da proporcionalidade de cada área e de cada período.

Na secretaria da Universidade obtivemos os dados que precisávamos e, a partir deles, o tamanho da amostra foi obtido considerando um Nível de Confiança igual a 95% (equação 8) e uma margem de erro máxima igual a 3%.

$$N = 19.674 \Rightarrow n = \frac{0,9604 \times 19.674}{0,03^2 \times 19673 + 0,9604} \Rightarrow \mathbf{n = 1.012}$$

A distribuição dos alunos por área, o projeto amostral com base nessa distribuição e a real composição da amostra, obtidos pelos alunos, estão mostrados na tabela 4-1.

Distribuição dos alunos por área			Projeto amostral		Nº de sujeitos na amostra		
Humanas	11.116	56,5%	Humanas	571	Humanas	577	57,0%
Biológicas	4.328	22,0%	Biológicas	222	Biológicas	202	20,0%
Exatas	4.230	21,5%	Exatas	219	Exatas	231	23,0%
Total	19.674	100,0%	Total	1.012	Total	1.010	100,0%

Tabela 4-1: Distribuições dos alunos por área (população), no projeto amostral e na amostra obtida.

4.3.2. A pesquisa amostral sobre intenção de votos

Os resultados dessas investigações e das discussões subseqüentes foram considerados para o planejamento amostral do trabalho sobre a prévia eleitoral na Universidade. Com a orientação do professor Pedro Lemos, definimos as variáveis para o questionário. Questões importantes que estavam sendo discutidas nos debates políticos e nos programas dos candidatos, como as reformas (tributária, da previdência, política, educacional) e as posições do futuro governo frente ao Fundo Monetário Internacional (FMI) e ao Acordo de Livre Comércio nas Américas (ALCA) transformaram-se em variáveis para o questionário.

Após a elaboração do modelo final do questionário, os alunos passaram à atividade de coleta de dados. Preferimos adotar a metodologia do DataFolha (instituto de pesquisa de opinião do jornal Folha de São Paulo) para as entrevistas - abordagem aleatória dos sujeitos, realizada em lugares de grande concentração de pessoas, com o convite para a entrevista. Essa coleta de dados foi realizada entre os dias 13 e 19 de setembro e, apesar do trabalho exaustivo, os alunos pesquisadores consideraram a experiência bastante gratificante e muito interessante. A colaboração dos colegas participantes dos outros cenários foi

significativa para que o número de sujeitos planejado para a amostra pudesse ser atingido.

Além da satisfação de trabalhar como pesquisadores, o trabalho propiciou aos alunos outras oportunidades, dentre as quais destaco: o aprendizado de conceitos que eles dificilmente aprenderiam estando somente na sala de aula, a possibilidade de conversar com os entrevistados sobre as suas opiniões em relação à política e ao social, a percepção do paradoxo de que no meio universitário há muitos jovens desinteressados por essas questões (que para eles, participantes do cenário, eram de fundamental importância) e a sensação de se envolver com o processo eleitoral de forma diferente de quem apenas vê resultados de pesquisas publicados na imprensa. Alguns trechos das entrevistas com os integrantes do grupo e que evidenciam essas satisfações estão transcritas abaixo:

André: Foi bastante trabalhoso. Para mim, era só sair e obter dado. Não tinha noção do que mais era preciso fazer, como se preocupar com margem de erro, número de entrevistados etc. [...] Mas eu gostei muito. Como eu falei na entrevista (se refere à entrevista dada à TV PUC) eu aprendi coisa que provavelmente não aprenderia só na sala de aula.

Carlos: Achei muito legal [...] não é como a turma vê o resultado. Não vê como foi pego (a informação), de quem você pegou (do entrevistado). [...] quem faz pesquisa tem uma outra visão, diferente de quem vê só os números no final. Em determinada área se vota em um candidato, em outra, em outro. É legal.

Joel: [...] eu nunca tinha feito pesquisa antes. Foi bem legal, conversar com as pessoas e o povo recebeu bem. Tinha gente que sabia sobre o assunto e tinha gente que nem se preocupava. Eu achava que sendo universitários eles iriam pensar bem antes (em quem votar).

Silvio: [...] Apesar de ser tímido, quem mais entrevistou boca a boca fui eu. Achei legal, super interessante [...] a gente vê o que a pessoa sente. Alguns ficavam indignados com algumas perguntas. Outros achavam que faltava candidato no questionário ou faltava pergunta. Outros ainda não sabiam de nada e nem queriam saber.

Por causa das proximidades das eleições e do debate na comunidade marcado para o dia 23 de setembro, quando os resultados obtidos seriam apresentados e discutidos por especialistas, os dados coletados precisariam ser tabulados com urgência. Como esses dados eram em grande quantidade (1010 sujeitos, cada um respondendo 42 perguntas), para a tabulação dessas informações os alunos trabalharam intensivamente no processo de digitação. O Excel foi o software utilizado e para facilitar o trabalho, preparei, a priori, uma planilha para essa tabulação (Figura 4-1).

Figura 4-1: Recorte da planilha para a tabulação dos dados coletados nas entrevistas.

Após a tabulação iniciamos o processo de geração das tabelas e dos gráficos que continham as informações numéricas necessárias para a análise dos dados e então, os resultados do esforço dos alunos apareceram, de forma objetiva, pela primeira vez. A preferência por Lula para a presidência da República era esperada, mas a expressiva porcentagem de intenção de votos para José Serra não deixou de ser uma surpresa. O empate entre Geraldo Alkimin e José Genoino e a inexpressiva preferência por Paulo Maluf para o governo de São Paulo e a absoluta opção por Aluísio Mercadante para o Senado foram outros resultados significativos. Os gráficos 4-2 e 4-3 mostram essas preferências.

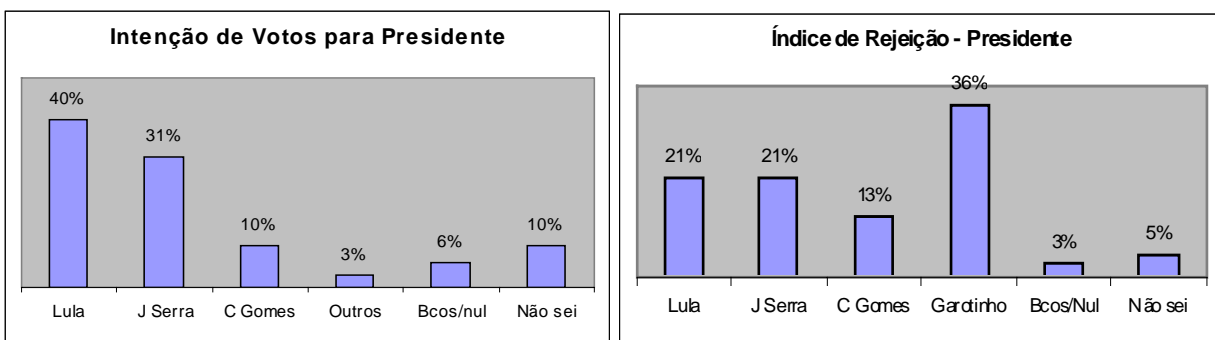


Gráfico 4-2: Intenção de votos e do índice de rejeição para Presidente da República.

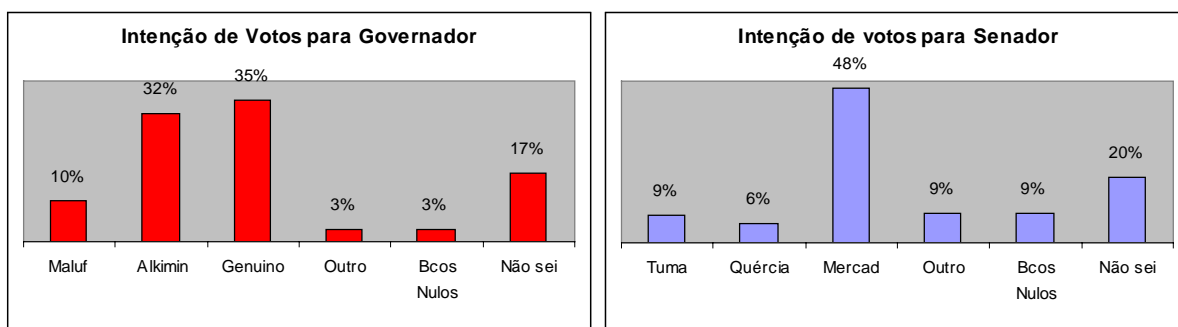


Gráfico 4-3: Intenções de votos para o Governo de São Paulo e para Senador por São Paulo.

Em conjunto com os assessores Pedro Lemos e Antonio Sá e com alunos do curso de Ciências Sociais da Universidade definimos quais cruzamentos de informações precisariam ser construídos para a análise dos dados. Esses cruzamentos (relacionamentos entre variáveis) são importantes instrumentos estatísticos para a obtenção de informações por estratos ou por setores da comunidade que compõem a população.

Assim, por exemplo, ficamos sabendo que se apenas os alunos dos cursos da área de biologia tivessem sido ouvido haveria um empate nas intenções de voto entre Lula e Serra. Vimos também que dentre os universitários e eleitores de Lula, a maioria preferia que o país mantivesse o acordo com o FMI, porém renegociando a sua dívida, mas que quase metade deles era contrária ao ingresso do Brasil na ALCA. Esses dados estão mostrados nas tabelas 4-2, 4-3 e 4-4 e os demais resultados podem ser observados no relatório final do grupo.

ÁREA	Lula	Ciro	Serra
Humanas	41,7%	9,4%	29,9%
Exatas	41,3%	10,0%	31,8%
Biológicas	34,2%	10,8%	32,9%

Tabela 4-2: Preferência dos eleitores por área do curso do estudante.

MANTER ACORDO	Lula
Sim, totalmente	8,2%
Sim, mas renegociar	54,4%
Não	19,7%

Tabela 4-3: Posição dos eleitores de Lula sobre acordo com FMI.

À FAVOR	Lula
Sim	7,5%
Não	78,1%
Não sei	14,4%

Tabela 4-4: Posição dos eleitores de Lula sobre acordo com a ALCA.

4.4. As reflexões sobre o trabalho investigativo

Ao aceitar a sugestão do professor Pedro Lemos para a realização do debate sobre os resultados obtidos pelos alunos, tanto a preparação do evento como o seu acontecimento acabaram se transformando no momento mais significativo dos episódios nesse cenário. Além do debate, as discussões sobre resultados de prévias eleitorais e a apresentação dos resultados do trabalho em sala de aula constituíram-

se também em importantes momentos de reflexão sobre o trabalho realizado. Esses três momentos são comentados a seguir.

4.4.1. O debate político “Brasil: agora é decisão, a PUC-Campinas na eleição”

O processo eleitoral de 2002 ficou significativamente marcado pelo debate e pela discussão tanto em relação aos aspectos políticos, próprios de toda campanha (partidário, propostas de governo, críticas, etc.) como também (e talvez principalmente) pelas outras questões fortemente presentes nos países do terceiro mundo: o modelo econômico neoliberal implantado e algumas conseqüências decorrentes da sua implementação (desemprego, miséria, fome, desenvolvimento social) e as dívidas desses países com o Fundo Monetário Internacional, o Banco Mundial e outros credores.

Ainda durante a fase de tabulação dos dados, os alunos foram entrevistados pela equipe de reportagem da TV PUC³ e, nessas entrevistas, eles falaram sobre os objetivos do trabalho que estava sendo realizado, sobre a experiência enquanto pesquisadores e sobre o significado dessa forma pedagógica para sua formação acadêmica. Sobre esse significado, André assim se manifestou:

Foi muito importante esse trabalho, pois além de conversar com as pessoas, aprendi coisas que não aprenderia se não tivesse participado (do trabalho), como a experiência de preparar uma pesquisa, entrevistar, discutir, tabular, gerar tabelas, gráficos [...].

Além do destaque dado pela TV PUC, a revista Antena, que é uma publicação mensal da Universidade também elaborou uma reportagem sobre a prévia eleitoral. Na reportagem, publicada na edição nº 24, de outubro de 2002 cujo título é Pesquisa de intenção de voto é assunto de TV (2002), (a versão completa encontra-se no anexo C e na página <http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/otavio/>), são destacados a metodologia utilizada na pesquisa, o trabalho integrado entre disciplinas, a própria experiência pedagógica e a reportagem levada ao ar pela televisão, além dos resultados diretamente relacionados com as intenções de votos

³ A TV PUC é um órgão de comunicação da Universidade que, juntamente com a UNICAMP e a UNIP, faz parte do canal universitário de Campinas.

dos candidatos (para Presidente da República, Governador do Estado e Senador por São Paulo).

As fotos 4-1 e 4-2 retratam de forma estática imagens da reportagem da TV PUC, no instante em que integrantes do grupo entrevistavam estudantes da Universidade. A foto 4-3 reproduz a fotografia publicada na revista Antena, cujo título é “Pesquisa de intenção de voto é assunto de TV”, quando uma das alunas entrevistadas fornece informações a um dos integrantes do grupo.



Foto 4-1: Momento de entrevista.



Foto 4-2: Momento de entrevista.



Foto 4-3: Instante em que uma estudante é entrevistada.

Quando conversamos sobre o trabalho e sobre a sua publicação na Revista Antena, Joel fez o seguinte comentário:

Foi também legal, porque foi publicado. Uma publicação interessante porque não foi aquele negócio fechado (restrito à sala de aula). Quem não ficou sabendo da pesquisa ficou sabendo através da publicação na revista.

No debate político “Brasil: agora é decisão, a PUC-Campinas na eleição”, realizado no dia 23 de setembro, participaram a professora Carmem Canutto, assessora da Reitoria da Universidade, os professores Pedro Lemos e Antonio de Sá, especialistas participantes do projeto, os integrantes do grupo de trabalho e alguns alunos do curso de Ciências Sociais que atuaram no processo de interpretação dos dados. Compareceram também ao debate alunos e professores de vários cursos da Universidade.

Após a apresentação dos resultados através das tabelas e dos gráficos gerados pelos alunos, o professor Antonio Sá, como cientista social, apresentou suas considerações e suas interpretações. Em seguida, Silvio, representando o grupo, discorreu sobre a importância do trabalho para suas futuras atuações como professores (a foto 4-4 mostra um dos instantes dessa apresentação).

No evento um aluno do curso de Ciências Sociais fez considerações sobre os resultados e destacou a importância de trabalhos interdisciplinares para a formação acadêmica dos estudantes universitários.



Foto 4-4: Momento da apresentação das opiniões do grupo em relação ao trabalho realizado.

Por fim, o debate foi aberto ao público e, nesse momento, alguns professores e alguns estudantes expressaram suas opiniões, destacando as posições conservadoras de um número considerável de estudantes da Universidade, o papel das pesquisas como formadores de opinião e as possibilidades da existência de resultados tendenciosos (ou amostras com “*bias*”) em prévias eleitorais.

Para poder divulgar os resultados fora do âmbito da Universidade precisamos elaborar um documento contendo os procedimentos metodológicos que adotamos e enviá-lo ao Tribunal Regional Eleitoral (TER). Vejo essa experiência de ordem jurídica como um passo importante na direção da formação do estudante, já que eles participaram da elaboração de tais procedimentos. O documento enviado ao TRE encontra-se anexado ao trabalho final do grupo.

Sobre a importância do debate para os alunos reproduzo as manifestações de dois integrantes do grupo.

Joel: “Achei muito legal porque eu nunca tinha participado de um debate. Foi a primeira vez e o fato do pessoal usar os dados [...] debater com os dados que a gente tinha obtido. Isso foi uma coisa bem legal. A gente (se refere aos debatedores) estava conversando sobre um assunto que a gente trabalhou, que a gente pesquisou. O povo se interessou [...]”

André: “É, voltou para o meio onde os dados foram coletados (no caso, os próprios alunos). A informação não ficou restrita só a quem colheu os dados e a quem elaborou o relatório final. Ela foi levada para os alunos de Matemática, de Ciências Sociais e para os demais que participaram do debate”.

4.4.2 Discussões e reflexões sobre prévias eleitorais

Em nossos encontros sempre esteve presente a preocupação com a confiabilidade dos resultados das prévias eleitorais, divulgados “em enxurradas” e com imponentes manchetes pelos órgãos de imprensa. Essa preocupação, na verdade, extrapola o ambiente do cenário e se faz presente em qualquer aula de estatística. Esses resultados estatísticos nos dão a sensação de que esses números expressos em porcentagens e em “letras garrafais”, acompanhados de gráficos pitorescos e bem desenhados são inquestionáveis, além de refletirem uma verdade quase absoluta. Retomo posicionamento de Borba e Skovsmose (1997), relatado no capítulo dois, quando os autores criticam no artigo “A Ideologia da Certeza em Educação Matemática”, justamente esse poder absoluto dos números (e da matemática em si).

No caso da estatística, quando dados provenientes de amostras são explorados, a incerteza está sempre presente. A própria metodologia da pesquisa, divulgada junto com os resultados (nem sempre com destaque) deixa claro ao leitor a existência de incertezas. Nas discussões com os alunos tenho sempre mostrado essa possibilidade, reforçado por divulgações extraídas da própria imprensa.

Renata Lo Prete (2002), articulista do Jornal Folha de São Paulo, em reportagem publicada no mesmo jornal com o título “Pesquisa-Alavanca põe Institutos na Berlinda”, aborda justamente esses dois pontos: a divulgação de resultados e a metodologia das pesquisas eleitorais. Em sua reportagem a jornalista apresenta resumos das metodologias de quatro importantes institutos - DataFolha, Ibope, Sensus e Vox Populi – e aborda vários tipos de questionamentos relacionados com a natureza e com os objetivos dos levantamentos de intenção de Votos. Lo Prete destaca em sua reportagem a possibilidade real da abertura de uma CPI (Comissão Parlamentar de Inquérito) no Congresso Nacional para investigar interesses embutidos nessas pesquisas, sejam eles de candidatos ou de grupos econômicos. Essa CPI nunca foi instaurada.

Com a intenção de promover uma discussão sobre divulgação e interpretação de resultados de prévias eleitorais, que em princípio não tem nada a ver com incertezas ou com a própria pesquisa de intenção de votos - quer em relação à metodologia, quer em relação ao próprio processo de coleta de dados -, mas sim com o interesse de quem contrata essa pesquisa ou de quem faz a análise do resultado, dois fatos recentes e significativos foram trazidos para discussão.

O primeiro deles ocorreu no processo eleitoral de 1998, em que concorriam para o Governo do Estado de São Paulo quatro candidatos com reais chances de serem os escolhidos para participarem do segundo turno das eleições. Na véspera do pleito, uma importante rede de televisão destacou em seu noticiário de grande audiência que dados obtidos pela agência de pesquisa por ela (rede de televisão) contratada mostravam que haveria segundo turno e que três candidatos disputariam duas vagas. O primeiro deles, Paulo Maluf, encontrava-se disparado na frente com cerca de 40% das intenções de votos; em segundo lugar, “tecnicamente

empatados⁴ encontravam-se Mario Covas e Francisco Rossi. A reportagem não divulgou que, dentro da margem de erro na pesquisa, a quarta candidata, Marta Suplicy, encontrava-se também com chances, ainda que pequenas, de passar para o segundo turno.

Essa divulgação, pode ter influenciado eleitores de Marta a optarem por votar em Covas, candidato este com perfil mais próximo do dela do que Rossi, e com melhores chances de disputar o segundo turno com Maluf (o que é chamado no processo eleitoral de voto útil). Se isso de fato ocorreu não é possível saber, mas nessa discussão estávamos interessados mais na questão ética presente na divulgação de resultados de prévias eleitorais do que na pesquisa e no resultado em si.

O segundo fato é recente e ocorreu no próprio processo eleitoral a que se referia o trabalho dos alunos: as eleições de 2002. A publicação analisada é dotada de grande importância para futuros matemáticos já que ela aborda questões relacionadas com gráficos, escalas e coeficientes angulares de retas, assuntos esses presentes no dia-a-dia de estudantes de Matemática que, com certeza, farão parte dos seus cotidianos como professores.

O material em questão, escrito pelo professor Marcelo Tragtemberg do Departamento de Física, da Universidade Federal de Santa Catarina, foi publicado na revista “boletim” - publicação semanal da Associação dos Professores da daquela Universidade - e teve como título “Da importância da matemática na percepção política”.

Esse artigo critica matéria publicada no Jornal Diário Catarinense em que o articulista, numa tentativa de tentar mostrar ao leitor que a candidatura de Ciro Gomes crescia em uma velocidade bem superior à de Lula, utilizou gráfico com escalas diferentes e não se preocupou em comparar os coeficientes angulares das retas traçadas. Ao primeiro olhar, o leitor desavisado ficava com a impressão de que, de fato, as intenções de voto de Ciro Gomes cresciam de tal forma que, mesmo com as de Lula também crescendo, em breve elas seriam iguais. O Professor

⁴ Expressão utilizada para indicar que os candidatos, nessa pesquisa amostral, possuem índices de intenção de votos equivalentes dentro da margem de erro considerada no estudo.

Tragtemberg refez o gráfico e, em seu artigo publica ambos, fazendo as devidas considerações. Os dois gráficos estão reproduzidos nas figuras 4-2 e 4-3 e o texto completo encontra-se no anexo D.

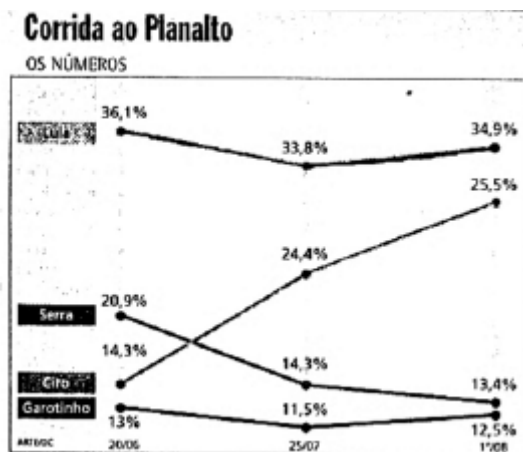


Figura 4-2: Gráfico elaborado pelo Jornal

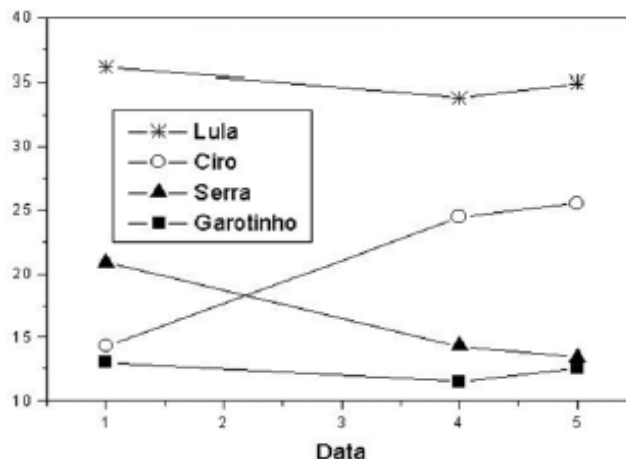


Figura 4-3: Gráfico refeito pelo professor Tragtemberg

Uma outra discussão é possível, através dos coeficientes angulares das retas e supondo linear e uniforme a tendência de intenção de votos. Ela foi explorada com os integrantes do grupo

Período: 25/7 a 1/8 $\Rightarrow \Delta t = 7$ dias

Crescimento de Lula no período: de 33,8% a 34,9% $\Rightarrow \Delta L = 1,1\%$

Crescimento de Ciro no período: de 24,4% a 25,5% $\Rightarrow \Delta C = 1,1\%$

Portanto, como os coeficientes angulares são iguais, as duas retas são paralelas, o que caracteriza o erro na interpretação do Jornal.

Aproveitando essa discussão relacionando linhas de tendência, coeficientes angulares e as equações dessas retas de tendência (como se em um período de tempo o crescimento ou o decréscimo de intenção de voto ocorresse linearmente) e com base nos índices de intenção de votos dos candidatos ao Governo do Estado de São Paulo, algumas questões interpretativas sobre linhas de tendência foram propostas aos alunos. A opção pela disputa ao Governo do Estado de São Paulo teve como razão o fato desse cenário encontrar-se mais acirrado com os crescimentos das candidaturas de Geraldo Alkimin e de José Genoio e tendência

de queda de Paulo Maluf. Reproduzo uma dessas questões e a solução encontrada. O exercício completo encontra-se no apêndice D.

Professor: Imaginem que alguém, sabendo que vocês estão realizando uma pesquisa sobre intenção de votos faça ao grupo as seguintes perguntas:

- 1. O Datafolha em sua última prévia eleitoral, realizada na semana passada (referente ao período de 20 a 27 de setembro) mostra um crescimento bastante expressivo do candidato J. Genoio e um crescimento pequeno do candidato à reeleição G Alkimin. Se essas tendências de crescimento mantiverem-se, em que momento (dia/mês) a situação entre o segundo lugar (do atual Governador) e o terceiro, do candidato petista se inverterão. (seguem-se as demais)*

Para responder as perguntas acima consultar na Internet as duas últimas prévias do Datafolha, tanto para Governador como para Presidente. Responder as questões matematicamente e depois mostrar essas situações através de um gráfico, deixando em pontilhado as linhas de previsões.

Os alunos obtiveram os dados na página do Datafolha e, com base neles, procuraram soluções para as questões formuladas. Em seguida, em um dos nossos encontros, discutimos essas soluções. Parte delas está reproduzida abaixo.

Como pensamos em crescimento linear ou (decréscimo) e projeções a partir de linhas de tendência, é preciso inicialmente estabelecer as equações das retas que representam essas linhas de tendência.

Para isso, consideramos o instante inicial em 20/9 ($t = 0$). Nesse instante os índices de intenção de voto eram 31%, 29% e 22% para Maluf, Alkimin e Genoio, respectivamente. Após 7 dias (em 27/9), portanto $\Delta t = 7$, esses índices eram respectivamente, 26%, 30% e 24%. Os coeficientes angulares das retas representativas das linhas de tendência de Alkimin e de Genoio e as equações dessas retas eram:

Alkimin:

$$m_A = \frac{30 - 29}{7} = 0,143\% / \text{dia} \Rightarrow t_A : y - 29 = 0,143(t - 0) \Rightarrow t_A : y = 0,143t + 29$$

Genoio:

$$m_G = \frac{24 - 22}{7} = 0,286\% / \text{dia} \Rightarrow t_G : y - 24 = 0,286(t - 0) \Rightarrow t_G : y = 0,286t + 24$$

Igualando as duas retas encontramos o tempo decorrido após 20/9 em que os dois índices seriam iguais (mantendo sempre as mesmas tendências). Assim,

$$0,143t + 29 = 0,286t + 24 \Rightarrow t = \frac{29 - 24}{0,286 - 0,143} \Rightarrow t = 35 \text{ dias}$$

Como 35 dias após 20 de setembro corresponderia ao dia 25 de outubro (depois, portanto, do dia das eleições), mesmo mantendo esse índice de crescimento, Genoio não superaria o atual Governador antes das eleições (gráfico 4-4).

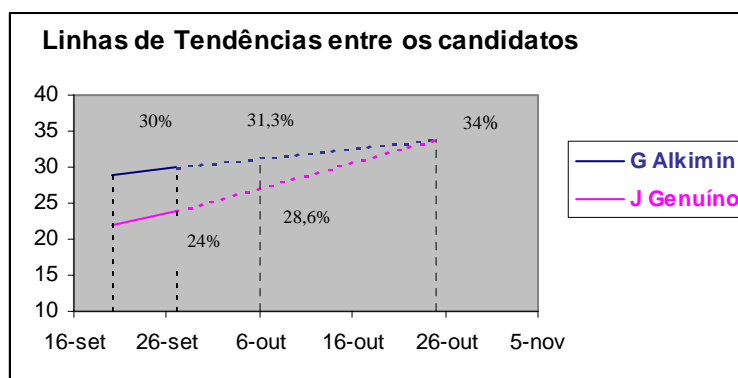


Gráfico 4-4. As linhas de tendência de Alkimin e de Genoio.

Após as publicações das pesquisas seguintes, verificou-se que as linhas de tendências de ambos os candidatos estavam longe da realidade. No período seguinte, de 27/9 a 2/10, Alkimin passou de 30% para 34% e chegou no dia da eleição em 6 de outubro com quase 40%. José Genoio, por outro lado, caiu para 21% na prévia de 2/10, mas chegou no dia da eleição com cerca de 30%.

Além do mais, Paulo Maluf que liderou folgadoamente todas as pesquisas, entrou em um período de declínio nos dias que antecederam as eleições e, como consequência, no dia seis de outubro sua votação ficou bem abaixo daquelas obtidas pelos vitoriosos. Com essas informações um outro modelo de discussão pôde ser implementado: o cuidado com linhas de tendência. Os modelos lineares, obtidos com simplificações excessivas para que as linhas sejam substituídas por retas são ótimas apenas para a matemática. Bassanezi (2002) e Finney, Weir e Giordano (2002), como destacado no capítulo 2, em seus trabalhos com modelagem

matemática, chamam a atenção para os cuidados que se deve ter com linhas obtidas por ajustes de curvas para previsões de valores fora daqueles situados entre os limites obtidos no processo de coleta de dados.

Essas discussões sobre prévias eleitorais, o próprio processo de planejamento e de coleta de dados da pesquisa sobre intenção de votos dos universitários - as discussões entre os integrantes, com o professor, com os especialistas e com os entrevistados - e as indagações apresentadas no debate político sobre os resultados dessa pesquisa contribuíram para a formação do senso crítico dos participantes do grupo.

André, na entrevista, ao responder sobre o papel das pesquisas e das discussões sobre os seus resultados, assim se manifestou:

[...] eu tenho consciência que elas influenciam mas é perigoso falsificar dados. Tem um lance de multas que eu não sabia.

É possível (falsificar dados). Com, certeza é possível. Basta você ter má vontade você faz, você consegue alterar dados. Só que você tem noção do que você está fazendo. Eu até comentava com eles (os entrevistados). Não adianta colocar qualquer número lá porque na hora de tabular vai ter problema. Tem jeito sim de manipular dados.

E acho que é possível sim (os institutos manipularem os dados). Pode ser muito parcial. Vai muito do interesse de quem contrata a pesquisa, de quem está fazendo. O fato de estar mexendo com isso despertou um pouco mais para esse problema. Até aquele exemplo na sala de discussão (se refere ao debate político), o professor citou o exemplo de direcionar uma pesquisa, buscar eleitor numa região onde há menos rejeição ao partido (aqui ele se refere à intervenção feita pelo professor Agenor do curso de Ciências Sociais, no debate, sobre amostra tendenciosa). Acho que é possível sim e ficou mais claro agora.

Mas o Instituto de Pesquisa que faz isso acaba perdendo a credibilidade.

4.4.3 A discussão na sala de aula

Como descrito nos capítulos um e dois os integrantes de um cenário são estudantes voluntários que, por acreditarem na sua proposta e na sua dinâmica de

trabalho, concordaram em dele participar. Mesmo sendo esse ambiente constituído apenas desse grupo reduzido de estudantes considero importante a discussão na sala de aula sobre os resultados obtidos pelos participantes para valorizar o trabalho dos atores; mostrar aos estudantes que é possível, através da matemática, explorar o “mundo da vida”; compartilhar com os colegas os resultados da investigação e as reflexões dela decorrente; relacionar a matemática da modelagem com o conteúdo curricular. Além disso, sendo esse trabalho realizado em um curso de Licenciatura de Matemática vejo esse momento como apropriado para mostrar aos futuros professores as possibilidades pedagógicas e formativas de um trabalho com essa característica.

A apresentação do trabalho do grupo para os demais colegas de classe foi realizada no último dia de aula. Aproveitei o encontro para mostrar os trabalhos realizados nos outros cenários e pedi aos alunos que “visitasse”, na Internet, as páginas dos outros grupos. Os alunos, através da adaptação do teste de *bournot*⁵, presente na página “Estresse entre Estudantes Universitários” avaliaram seus graus de estresse naquele momento.

A seguir os integrantes do grupo mostraram dados, fizeram interpretações e relataram suas experiências enquanto pesquisadores e participantes de um ambiente social e político em que a matemática, através dos resultados estatísticos, teve uma presença importante e significativa. Destacaram as dificuldades enfrentadas, principalmente algumas entrevistas, onde os respondentes, mesmo colegas de escola não cooperaram e, por fim, responderam as perguntas dos colegas sobre todas as fases do trabalho.

Para esses alunos foram gratificantes as possibilidades de integrar a teoria com a prática, de participar do planejamento, da elaboração e do desenvolvimento de um trabalho investigativo, de confrontar idéias, de realizar diversas atividades com o Excel contando com o apoio do professor e de conseguir um amplo material estatístico, político, social, etc. Para eles, participantes de todos esses momentos, aquele encontro com os colegas de classe constituiu-se em um ambiente ideal para

⁵ Os estudantes que realizaram o trabalho investigativo sobre estresse, aproveitaram o teste de *bournot* apresentado por H. Reinhold no livro *O Stress do Professor* (Lipp, 2002). Ver capítulo cinco.

a exposição e para o debate, e completava um ciclo em que todos foram chamados a participar, mas que só eles se dispuseram a fazê-lo.

O plano pedagógico da disciplina foi complementado quando os alunos reproduziram tabelas e gráficos a partir dos dados relacionados com a pesquisa sobre intenção de votos. Nesse trabalho contaram com o apoio dos integrantes do grupo.

A seguir, no capítulo cinco, apresento os resultados do segundo cenário construído em uma disciplina de Estatística com estudantes do Curso de Engenharia de Computação.

5. O CENÁRIO PARA INVESTIGAÇÃO “ESTRESSE E DEMOCRACIA”

Destaco neste capítulo o cenário “Estresse e Cidadania”, organizado com estudantes da disciplina Estatística da Faculdade de Engenharia de Computação, no segundo semestre de 2002. Nesse cenário abordo os projetos “Orçamento Participativo” e “Estresse entre estudantes universitários”.

As reflexões sobre cidadania, participação democrática e solidariedade, propiciadas pelo projeto Orçamento Participativo e o envolvimento dos estudantes-participantes com alunos da rede municipal de ensino de Campinas são responsáveis pelo destaque dado, neste capítulo, a esse projeto. Adoto aqui a mesma seqüência do capítulo anterior: introdução ao tema, descrição dos participantes, principais aspectos investigativos relacionados com o trabalho do grupo de estudantes e reflexões sobre os resultados alcançados.

5.1 O projeto “Orçamento Participativo”

A Lei de Responsabilidade Fiscal, recentemente aprovada pelo Congresso Nacional, fez com que os governantes eleitos se obrigassem a assumir compromissos financeiros de modo que os mesmos pudessem ser rigorosamente cumpridos dentro dos seus períodos de mandato público (quatro anos).

Nesse ambiente de responsabilidade de gastos associados com receitas cresce a importância dos orçamentos públicos elaborados pelo Executivo e aprovados pelo Legislativo, após análise e revisão. Na mesma proporção, cresce também o compromisso pelo real cumprimento desse orçamento.

Ao longo do tempo, os orçamentos têm sido elaborados unicamente por secretários, políticos e técnicos especialistas ligados aos governos, sem a participação da população. Essa prática começou a se modificar no final dos anos 80 quando algumas administrações municipais eleitas pelo Partido dos

Trabalhadores inovaram quanto à forma de elaborar seus orçamentos e nessa inovação a participação popular passou a ter um peso bastante significativo na definição de prioridades.

É justamente nesse contexto - político, social, comunitário e matemático (em relação à proporcionalidade e às técnicas estatísticas) - que um projeto para investigar o trabalho relacionado com a elaboração e com a execução do que é chamado Orçamento Participativo foi proposto aos alunos da disciplina Estatística. Os estudantes Ana, Pedro e Raul aceitaram participar do cenário, responsabilizando-se pelas investigações relacionadas com o projeto.

5.2 O grupo de trabalho

A disciplina Estatística, ministrada no quarto semestre letivo tem como objetivos explorar os conteúdos da estatística descritiva como importante instrumento para a análise de dados, introduzir conceitos de inferência estatística (os intervalos de confiança e os testes de hipótese), explorar os principais testes estatísticos relacionados com a Engenharia e discutir os resultados, de forma crítica e reflexiva, não só quantitativamente como também qualitativamente.

A seguir descrevo os três integrantes do grupo:

- Ana, 21 anos, morava com os pais em Campinas. O ensino fundamental foi realizado em escola pública, o médio, em particular (Processamento de Dados) e fez cursinho preparatório para o ingresso na Universidade. Apesar de sempre ter gostado de matemática (mesmo sentindo algumas dificuldades com o seu conteúdo), essa disciplina não a influenciou na opção por computação. Escolheu a área de informática para dar seqüência ao estudo com processamento de dados e por gostar de programação, mas sem ter ainda muita convicção quanto à carreira a seguir. Achava que ser professor é muito difícil – “é mais do que uma arte” e por isso sentia-se insegura em relação a tornar-se um dia professora (apesar de demonstrar um grande potencial para o magistério). Ana aceitou participar do cenário por ter considerado a proposta muito interessante, por acreditar que o estudante deve participar mais do meio em que ele vive e por

considerar importante o contato com o mundo real para a formação do estudante para que ele, ao se formar, já tenha mais experiência de vida.

- Pedro, 21 anos, morava com os pais em Sorocaba, sempre estudou em escola particular e fez cursinho preparatório (um ano) para ingressar na Universidade. Pedro sempre gostou de matemática e nunca teve dificuldade com o conteúdo (inclusive nos dois primeiros anos na Universidade). Esse gosto pela matemática foi responsável por sua opção por um curso de Engenharia. Nunca pensou em cursar Matemática porque achava que não tinha vocação para ser professor. Aceitou participar do cenário por que desejava fazer algo que estivesse relacionado com pesquisa e que pudesse conduzi-lo para um projeto de iniciação científica.
- Raul, 21 anos, morava em Campinas. Toda sua formação escolar antecedente ao ingresso na Universidade foi realizada em escola particular. Diferentemente dos demais colegas, no ensino fundamental havia um grande incentivo à leitura, à investigação, à busca pelo conhecimento e algumas aulas possuíam temas livres em seus planos pedagógicos. Raul fez cursinho preparatório para tentar o ingresso em algum curso de Medicina. Depois, por desencantar-se com a área médica decidiu-se pela informática. Ele sempre teve dificuldade com matemática e sempre teve mais interesse pelas disciplinas de história e de geografia, além do trabalho com o computador que o acompanha desde a infância. Raul gostava muito de psicologia e pretendia, depois de formado, ingressar nessa área e usar, na psicologia, seus conhecimentos de informática. Raul aceitou participar desse cenário por acreditar na proposta de trabalho e por ela, de certa forma, enquadrar-se na sua maneira de ver como o ensino deve ser realizado. Na sua opinião os professores não devem apenas ensinar o que tem de ser aprendido pelos alunos, mas incentivá-los a pesquisar, procurar informações, conversar com as pessoas, escrever relatórios sobre as suas descobertas e também apresentar publicamente esses relatórios.

No cenário anterior o tema relacionado com as prévias eleitorais entre os estudantes da PUC-Campinas era, para mim, bastante familiar e, como professor de Estatística, abordo constantemente questões eleitorais em minhas aulas. Além do

mais, recentemente desenvolvi um trabalho pedagógico relacionando modelagem matemática e o ensino de Estatística com o apoio de pesquisas eleitorais (JACOBINI, 1999; JACOBINI E WODEWOTZKI, 2001; JACOBINI E WODEWOTZKI, 2002). Também, como cidadão tenho participado (e com razoável frequência) de ambientes políticos e sociais, quer como professor, quer como dirigente sindical ou em partido político.

Faço essas considerações porque, neste cenário, o meu conhecimento sobre o orçamento participativo era apenas superficial e, por isso, o especialista precisaria ser alguém com amplo domínio sobre o tema. A partir da ligação entre o Orçamento Participativo e o Partido dos Trabalhadores – partido político que administrava a cidade de Campinas no ano de 2002 - procurei a Subprefeitura de Barão Geraldo¹ e lá, não só obtive as primeiras informações oficiais sobre o Orçamento Participativo como também o primeiro contato com o coordenador do programa em Campinas, Sr. José Reinaldo Braga que, prontamente, aceitou assessorar o grupo de trabalho.

O Sr. José Reinaldo Braga é economista, com especialização em economia do trabalho e sindicalismo. Foi convidado para fazer parte da equipe do Orçamento Participativo pela sua formação e atuação na área sindical e pela sua militância no Partido dos Trabalhadores em Campinas.

5.3 O trabalho investigativo relacionado com o projeto

Após a reunião com os integrantes de todos os cenários, já descrita no capítulo anterior, estabelecemos um cronograma para o desenvolvimento das atividades e a construção da página, denominada Orçamento Participativo, constituiu-se na primeira tarefa do grupo. A página foi provisoriamente endereçada em <http://estatistica.no-ip.com>, para que os integrantes do grupo pudessem livremente alterá-la e alimentá-la com informações na medida em que elas fossem sendo obtidas. Após a conclusão do trabalho essa *web site* foi definitivamente anexada à página do projeto, podendo ser acessada através do endereço <http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/otavio/op/>. O formato dessa página encontra-se na figura 5-1 e para não ficar repetitivo, neste relato, utilizarei simplesmente OP ao me referir a ela.

¹ Barão Geraldo é um distrito de Campinas. A PUC-Campinas está localizada nesse distrito.



Figura 5-1: Formato da página na Internet sobre o Orçamento Participativo.

Raul, por ser bastante experiente em *web designs* responsabilizou-se pela construção e pela implementação da página, e também por ensinar aos demais integrantes a tecnologia para fazê-las. Raul descreveu da seguinte forma os procedimentos tecnológicos adotados: “[...] durante o processo de confecção da página foi usado o programa *Dreamweaver*. Os textos foram digitados no bloco de notas e depois adicionados à página através do *PHP* (*Personal Home Page Tools*). Para a confecção dos botões das opções de pesquisa utilizamos também o *Photoshop*”.

5.3.1 O primeiro passo: a entrevista com o coordenador do Orçamento Participativo em Campinas

Considero o ambiente criado para a entrevista com o coordenador do Orçamento Participativo, Sr. José Braga, como sendo o primeiro passo do trabalho investigativo. Nesse ambiente incluo, além da entrevista em si, os preparativos antecedentes (o primeiro contato feito pelos alunos, a definição das perguntas e as orientações para os procedimentos) e os atos posteriores (transcrição das fitas, discussões sobre elas e o aprofundamento sobre o tema). É preciso ressaltar que os estudantes não tinham até então passado por nenhuma experiência com entrevistas e, portanto, para eles tudo era novidade, desde a gravação em cassete com a posterior análise, até a postura enquanto entrevistador.

Ana, ao referir-se à entrevista retrata a opinião do grupo. Para ela, o trabalho direto com alguém que é especialista no assunto que estava sendo pesquisado,

além de ser bastante gratificante, também permitiu que o grupo conseguisse informações justamente com quem as possuía.

A maior parte das informações para a composição da página OP foi obtida a partir dessa entrevista e do material disponibilizado pelo Sr. Braga. As consultas em outras fontes (publicações sobre o tema, fotos, Internet, conversas, etc.) também contribuíram para a composição do conjunto de informações. As informações relacionadas com a pesquisa sobre esse tema realizada com estudantes da PUC-Campinas, o relatório elaborado pelo grupo sobre os resultados dessa pesquisa e a transcrição da entrevista com o coordenador do Orçamento Participativo completam a página OP. A seguir destaco pontos do trabalho realizado pelo grupo e relacionados com o Orçamento Municipal de Campinas, o Orçamento Participativo e a pesquisa de opinião sobre o tema. O trabalho completo encontra-se no anexo E, podendo também pode ser acessado diretamente na página OP.

5.3.2 As descobertas sobre o orçamento municipal de Campinas

A Secretaria de Finanças da Prefeitura de Campinas (2002), gestão 2001 – 2004, elaborou, em agosto de 2002, um documento com informações sobre o orçamento da cidade. Com base nesse documento e nas informações obtidas com o coordenador do Orçamento Participativo o grupo organizou um material sobre a previsão orçamentária para 2003. Alguns pontos desse material são extraídos e reproduzidos abaixo.

O orçamento da cidade faz parte da lei orçamentária anual – elaborada pelo Executivo e aprovada pelo Legislativo – e deve conter as diretrizes para os planejamentos de receitas e de despesas para o ano subsequente à sua realização. As principais fontes de receita de Campinas são as fontes próprias (impostos, taxas e contribuições), as transferências da União e do Estado para o município e os empréstimos concedidos pela rede bancária.

A previsão da receita total de Campinas para 2003 era de aproximadamente um bilhão de reais e equivale a um aumento de cerca de 16% em relação à previsão feita para 2002 (estimada em cerca de 850 milhões de reais). A previsão para 2002 foi quase 2% superior a de 2001 (aproximadamente 840 milhões de reais). Como o

relatório foi elaborado em agosto de 2002, ainda não havia informações concretas sobre o orçamento desse ano e, por isso, as comparações são feitas com os dados de 2001 e os previstos para 2003. Os gráficos 5-1 e 5-2 mostram a evolução da receita própria do município, comparando a previsão para 2003 com o realizado em 2001 e a correspondente redução na parte relativa aos repasses governamentais (estadual e federal). Os gráficos 5-3 e 5-4 mostram a distribuição dessas receitas em relação aos diversos itens que compõem o orçamento (executado em 2001 e previsto para 2003).

Realizado em 2002

Fonte	Valor	%
Repasse Governamentais	449	53%
Receitas Próprias	398	47%
Total	847	100%

(valores em milhões)



Gráfico 5-1: Fontes de Receita em 2002 (não há informação sobre empréstimo bancário).
 Fonte de todas as informações: Secretaria de Finanças da Prefeitura de Campinas.

Previsto para 2003

Fonte	Valor	%
Repasse Governamentais	461	46%
Receitas Própria	541	54%
Total	1.002	100%

(valores em milhões)



Gráfico 5-2: Previsão de Receita para 2003, em relação às suas fontes - não há previsão de empréstimos.

Distribuição das Receitas (2002)

Fonte	Valor	%
I.R na fonte	34	4%
IPTU	119	14%
ISS	119	14%
ITBI	8	1%
Taxas	25	3%
Outras Receitas	169	20%
ICMS	246	29%
Outros Repasses	85	10%
IPVA	42	5%
Total	847	100%

(valores em milhões)

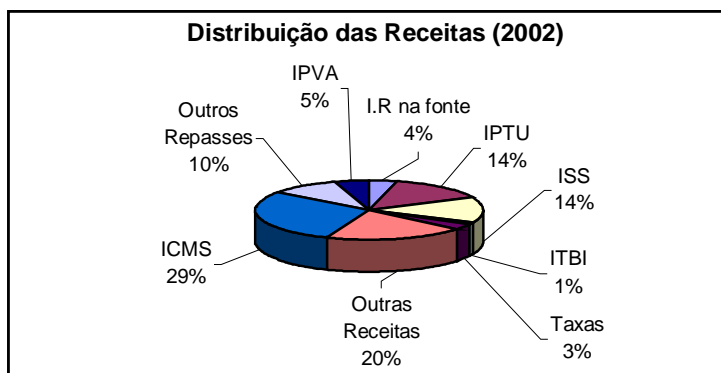


Gráfico 5-3: Distribuição das Principais Fontes de Receita em 2002

Previsão de Receita (2003)

Fonte	Valor	%
I.R na fonte	30	3%
IPTU	180	18%
ISS	150	15%
ITBI	20	2%
Taxas	31	3%
Outras Receitas	150	15%
ICMS	241	24%
Outros Repasses	130	13%
IPVA	70	7%
Total	1.002	100%

(valores em milhões)

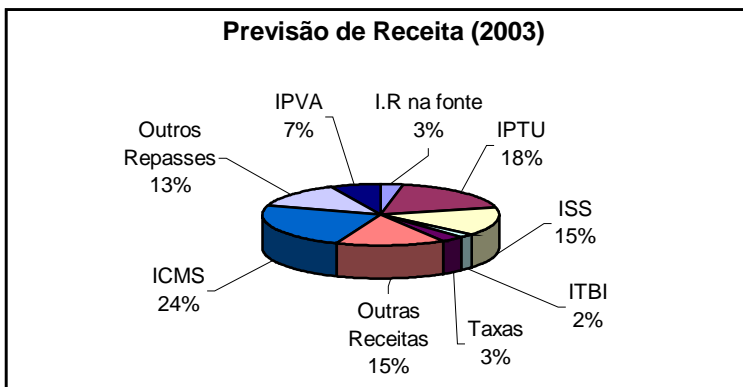


Gráfico 5-4: Previsão das Principais Fontes de Receita para 2003.

As despesas da Prefeitura que devem constar do orçamento são de três tipos: de custeio (contínuas e permanentes), de investimentos (melhorias e necessidades da cidade) e os encargos gerais (pagamentos de dívidas). O resumo da distribuição das despesas em 2001 é mostrado no gráfico 5-5 e a previsão das despesas para 2003, no gráfico 5-6.

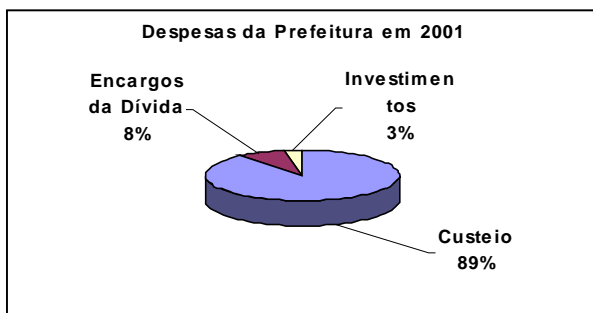


Gráfico 5-5: Distribuição da despesa em 2001.

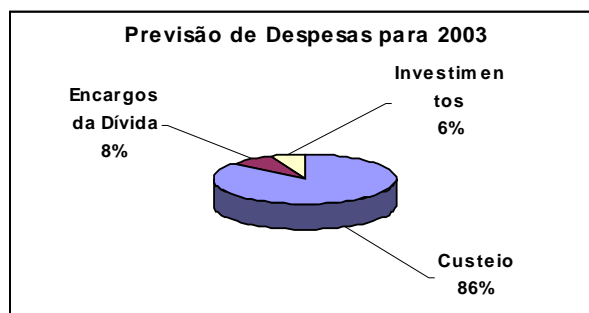


Gráfico 5-6: Previsão de despesas para 2003.

Na comparação dos orçamentos é possível perceber um acréscimo de quase 18% na arrecadação prevista para 2003 em relação a 2001 (de 850 milhões para 1.002 milhões). Assim, nota-se que, além da porcentagem relativa ao investimento dobrar em relação a 2001 (de 3% para 6%), esse aumento, em valores monetários, equivale a quase 35 milhões de reais (25 milhões em 2001 passando para uma previsão de 60 milhões para 2003). Em porcentagem, esse aumento equivale à cerca de 136%.

5.3.3 Orçamento Participativo em Campinas: a participação popular em decisões de interesse da comunidade

Na página OP encontram-se os resultados das investigações realizadas sobre o Orçamento Participativo, tanto em relação a sua história e aos conceitos como no que diz respeito à sua implantação em Campinas e a discussão sobre a distribuição dos investimentos para 2003. O relatório completo com a descrição do trabalho compõe o anexo E. Alguns pontos extraídos desses resultados estão apresentados abaixo.

O Orçamento Participativo é a participação direta da população na definição do orçamento municipal e no acompanhamento tanto da arrecadação como dos gastos públicos. As prioridades dos investimentos são definidas pela população a partir das assembléias populares realizadas ao longo do ano.

Em Campinas essas assembléias populares são organizadas a partir das quatorze Administrações Regionais, das quatro Subprefeituras da cidade e das chamadas Assembléias Temáticas que são organizadas para abordar temas relevantes na cidade, como educação, saúde, assistência social, habitação, cultura, desenvolvimento econômico e tributação e temas da cidadania.

No processo de elaboração do orçamento participativo ocorrem duas rodadas de assembléias populares. Na primeira delas são eleitos os integrantes regionais ou temáticos que deverão compor os respectivos Fóruns de Representantes do OP. Esse Fórum tem o papel de articular reuniões intermediárias entre as duas rodadas das Assembléias Populares.

Nessas reuniões intermediárias as prioridades regionais e temáticas são estabelecidas. Para definir as principais necessidades regionais, o bairro (ou o conjunto de bairros) elege até dez prioridades dentro dos temas saúde, educação, habitação, saneamento básico, transporte, segurança, assistência social, cultura, esporte e lazer, pavimentação, iluminação e meio ambiente. Em cada bairro que compõe a região as dez prioridades receberão pontuações de um a dez, na ordem inversa à prioridade, ou seja, a primeira recebe pontuação dez e as demais decrescentes até a última que recebe valor igual a um.

O tema de maior prioridade da região será aquele que obtiver maior pontuação. A definição das dez prioridades da região obedece à demanda e à necessidade dos bairros (ou conjunto de bairros) que priorizem questões relacionadas aos temas prioritários da região. As prioridades e os temas de maior interesse definidas pelas Regiões e pelas Temáticas são encaminhadas para discussão na segunda rodada de assembleias populares.

A organização da proposta orçamentária, a partir das prioridades indicadas pelas Regiões e pelas Assembleias Temáticas e a definição de obras e serviços que serão realizadas no ano seguinte são da competência do Conselho Municipal do Orçamento Participativo (órgão constituído de representantes das regiões e subprefeituras, da assembleia temática, do Serviço Público Municipal e, com direito apenas a voz, da Administração Municipal). Os integrantes desse Conselho são eleitos na segunda rodada de assembleias populares, têm mandato de um ano (ou até a posse do conselho do ano seguinte) e são voluntários.

5.3.4 Pesquisa de opinião sobre o Orçamento Participativo: uma relação entre o tema e o conteúdo estatístico

Enquanto nas primeiras ações no cenário o envolvimento investigativo dos atores estava intrinsecamente ligado aos aspectos sociais, políticos, econômicos e comunitários relacionados com o Orçamento Participativo, no momento em que planejei a realização de uma pesquisa de opinião para tentar conhecer o grau de informação dos estudantes da Universidade sobre o assunto, o meu interesse se voltou para a relação entre a investigação em si e os conceitos estatísticos estudados ao longo do curso.

A integração entre os conhecimentos em programação de computadores e as experiências em *web site* criou condições para que o grupo implementasse a pesquisa de opinião diretamente através da página na internet e também que os dados coletados pudessem ser armazenados em um banco de dados para serem transferidos automaticamente para a planilha no Excel. As explicações técnicas sobre essa integração, fornecidas por Raul, estão descritas abaixo:

O formulário que foi colocado na Internet para ser respondido pelos estudantes foi construído em PHP (Personal Home Page Tools) em conjunto com o banco de dados MySQL. Esse banco de dados pode ser consultado pelos integrantes do grupo, tanto para ver os resultados parciais como para copiar os resultados em uma planilha no Excel.

Após a programação ter sido realizada, foi necessário preparar o servidor para que ele ficasse ligado 24h. O sistema operacional utilizado no servidor foi o Linux (a distribuição utilizada foi o RedHat Linux 7.3). Para proteger o servidor de eventuais ataques, foi usado o programa ipchains, que já vem nativo no linux e serve para bloquear portas. O link que o servidor tem com a Internet é de 256KB/s (speedy home) e como o IP é dinâmico, foi necessário usar um programa chamado noip, que direciona um domínio (no caso, estatistica.no-ip.com) para o IP do servidor toda vez que endereço é alterado. Isso acontece quando, por algum motivo, o computador é reiniciado ou tem problemas com a conexão do speedy.

É importante notar, que durante todo o processo foram utilizados apenas Softwares Livres, que são mais estáveis e proporcionam melhor aprendizagem e mais segurança, na medida em que seus códigos são abertos e gratuitos. A única exceção ficou por conta do Macromedia Dreamweaver que foi utilizado pela sua praticidade e rapidez na confecção de páginas. Se tivéssemos mais disponibilidade de tempo ele poderia ter sido facilmente substituído por qualquer outro editor de texto.

Para aproveitar a mesma estrutura e os mesmos sujeitos respondentes decidimos realizar simultaneamente as coletas de dados para ambos os trabalhos investigativos que compunham esse cenário (Orçamento Participativo e Estresse entre Universitários). A coleta de dados foi realizada no período de 7 a 21 de outubro e foram convidados para responder o questionário alunos dos diversos Cursos que compõem o Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade. Como forma de ampliar a divulgação, a página de acesso à Internet no laboratório de informática desse Centro, que normalmente corresponde ao portal da Universidade, durante o período de coleta de dados foi substituída pela página sobre o Estresse e o respondente, após preencher o questionário e enviá-lo para o banco de dados era convidado para visitar a página OP e realizar o mesmo procedimento.

Através dessa pesquisa estatística o grupo pode conhecer a opinião dos alunos em relação a um tema que deveria ser do interesse de todos, principalmente daqueles residentes em Campinas. O relatório completo sobre a pesquisa pode ser analisado na página OP e no trabalho do grupo (anexo E). Dele destaco alguns pontos.

Foi bastante significativa a proporção de estudantes que desconhece completamente a distribuição orçamentária de Campinas tanto em relação à receita como em relação à despesa (três quartos dos sujeitos). O gráfico 5-7 mostra esse desconhecimento.

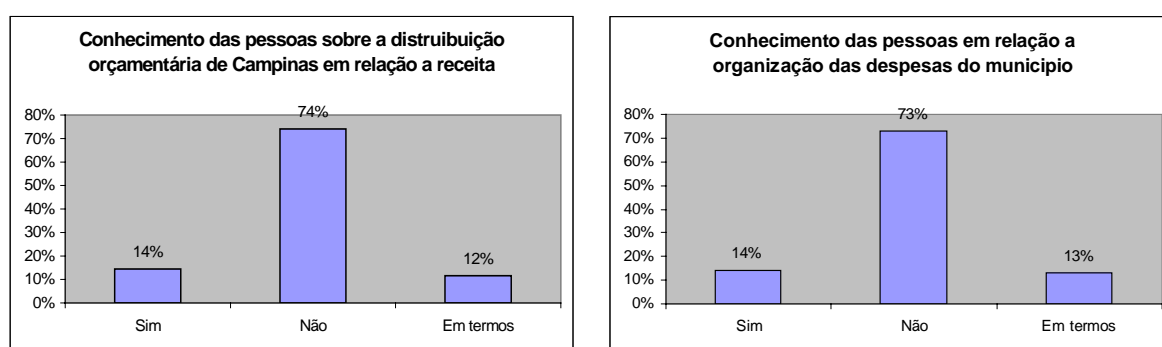


Gráfico 5-7: Desconhecimento dos entrevistados em relação à distribuição da receita e da despesa no orçamento municipal.

Os dados mostraram também que mais da metade dos alunos respondentes não sabia que porcentagem da receita é gasta com investimentos na cidade em 2003 e que apenas 15% conseguiram avaliar corretamente esse índice, que é de 6%. Entretanto, foi significativa a porcentagem de estudantes que soube avaliar com razoável aproximação o valor financeiro de uma cidade como Campinas (apenas 30% fizeram estimativas totalmente equivocadas).

Sobre o orçamento participativo, a grande maioria dos entrevistados sabia que o mesmo é um projeto de participação popular e elaborado e implementado pelo Partido dos Trabalhadores. Os dados mostraram que essa forma de organização do orçamento da cidade é realmente democrática para dois em cada três estudantes, mas desses, a metade entendia que ela precisava ser aperfeiçoada (gráfico 5-8).

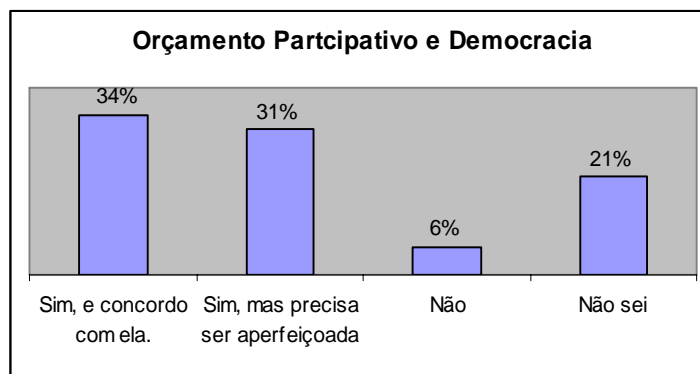


Gráfico 5-8: Opinião sobre a forma democrática do OP.

Entretanto, como mais de 80% dos respondentes nunca participaram de uma assembleia popular, a opinião sobre a necessidade de aperfeiçoamento não parece ser muito consistente.

5.4 As Reflexões sobre o trabalho Investigativo – a experiência na escola Dr. João Alves dos Santos

O esforço dos integrantes do grupo direcionado para descobertas e os resultados obtidos com o trabalho realizado comprovaram o êxito do caráter investigativo que envolveu o projeto sobre o orçamento participativo. As discussões em relação ao tema, principalmente sobre os seus significados sociais e políticos (preparação e realização da entrevista com o coordenador do programa, entendimentos e práticas do OP, as assembleias populares e os aspectos democráticos de participação que nelas estão embutidos) aliadas aos questionamentos estatísticos e tecnológicos (técnicas, página, softwares, aplicações) realizados tanto entre os integrantes do grupo como com outros atores participantes do ambiente (no qual me incluo juntamente com o especialista) acrescentaram ao êxito informativo, parte do aspecto reflexivo que acompanhou a realidade do cenário construído.

Além da minha percepção pessoal, as opiniões dos integrantes sobre o trabalho nas entrevistas realizadas, confirmaram esse sentimento.

Ana: O trabalho atendeu as minhas expectativas. Eu pude aprender muita coisa, que era o meu objetivo inicial. Aprender mais coisas, além da estatística que já iríamos aprender na sala de aula, mas a experiência toda

durante todo o desenvolvimento do trabalho, cada detalhe que foi preciso fazer nele, para mim foi uma experiência nova. Pude aplicar alguma coisa do que eu já tinha aprendido e gostei muito do trabalho.

Pedro: A satisfação com o trabalho foi muito grande e o que eu mais gostei foi trabalhar na escola [...] ir a um lugar desconhecido, ver a realidade das crianças e que é diferente. A gente só vê isso nos jornais.

Raul: [...] o que eu aprendi e o aprendizado que eu tive (com a realização do trabalho) vai ficar muito mais tempo (retenção de conhecimento) do que se eu tivesse estudado para uma prova. Vale a pena dedicar um pouco mais de tempo.

Ao propor o estudo sobre o Orçamento Participativo tinha em mente a possibilidade de promover, a partir da atuação dos participantes do grupo, uma discussão política e social na própria sala de aula, com os demais alunos da classe ou, numa perspectiva mais favorável, estendê-la para o âmbito da faculdade. Entretanto, apesar do envolvimento dos integrantes do grupo e da riqueza do material conseguido percebi que eles não estavam se sentindo a vontade para conduzir, na sala de aula, essa discussão. Eles achavam que os colegas não estavam interessados nem nos aspectos políticos e nem nos sociais das suas descobertas. Pedro, em um dos encontros, ao se referir à possibilidade de discussão com a classe assim se pronunciou: *Professor, o pessoal não está interessado, nós conhecemos eles e eles só vão querer “zoar” com a gente!* Essa impressão de Pedro foi também confirmada por Raul.

Depois de um semestre trabalhando com os alunos eu achava que o sentimento dos integrantes do grupo não era correto (e isso se confirmou quando o grupo de Estresse apresentou seus resultados na sala de aula e os colegas portaram-se muito bem e até participaram da discussão). Mesmo assim não quis insistir e passamos em conjunto a pensar em qual contexto educacional, externo à sala de aula, os resultados do trabalho do grupo poderiam ser discutidos.

A oportunidade surgiu quando discutíamos no grupo o trabalho que o Raul desenvolvia, como estagiário, no programa elaborado pela Secretaria de Educação

de Campinas e intitulado “A Escola é Nossa²”. Raul participava do programa atuando como professor de informática no projeto “Informática e Cidadania”³ em três escolas municipais de Campinas. Em seu estágio, realizado nos finais de semana, Raul ensinava noções básicas de informática a grupos de alunos dessas escolas.

Aproveitei o momento e propus ao grupo que apresentassem os principais aspectos sociais, políticos, matemáticos e estatísticos relacionados com o trabalho sobre o orçamento participativo, em uma escola pública de Campinas. A reação positiva e de entusiasmo foi imediata e os integrantes do grupo acharam que aquela iniciativa era muito mais interessante e muito mais significativa, tanto para eles como para os alunos da escola. Posteriormente, quando em visita à Secretaria de Educação de Campinas para expor o trabalho realizado pelo grupo fui informado que investimentos e prioridades nas escolas municipais da cidade eram decididas em assembleias comunitárias na escola, no bairro e na região e, portanto, em sintonia com os princípios do Orçamento Participativo.

Como consequência dessa nossa decisão deslocamos o ambiente de discussão, da sala de aula de Estatística do curso de Engenharia de Computação para uma escola municipal de Campinas e, a partir dessa mudança de ambiente algumas questões surgiram de imediato: Em que escola nosso evento deveria ser realizado? Quais estudantes deveriam dele participar? Quais pontos do Orçamento Participativo deveriam ser explorados? Que aspectos, matemáticos ou não, deveríamos abordar?

Para aproveitar o trabalho comunitário desenvolvido pelo Raul decidimos realizar nosso trabalho externo em uma das três escolas que compunha o seu estágio. Como a Escola Municipal Dr. João Alves dos Santos apresentava melhor infra-estrutura em relação ao laboratório de informática, optamos por ela.

Achamos também que os alunos da 8ª série eram os mais apropriados para participar do evento, já que, por causa das suas formações escolares, poderíamos

² A Escola é Nossa é um dos programas do projeto Escola Viva. Este projeto Escola Viva é uma proposta do Governo Municipal de Campinas, com gestão 2001/2004, e tem por eixos principais: a inclusão social, a singularidade e a participação social.

³ “Informática e Cidadania” é outro programa do projeto “Escola Viva” e tem como objetivo proporcionar aos estudantes da comunidade da escola oportunidades de aprendizagem relacionadas com a informática, bem como discutir nessa comunidade importantes aspectos relacionados com a formação da cidadania.

abordar com eles alguns tópicos matemáticos e estatísticos relacionados com o projeto OP. Decidimos organizar esse evento em três momentos. No primeiro deles planejamos apresentar e discutir os resultados das investigações sobre o orçamento participativo em Campinas e realizar uma pesquisa de opinião sobre a escola e sobre a apresentação do grupo. No segundo momento, nas aulas de Informática e Cidadania, os dados dessa pesquisa seriam utilizados para a construção de tabelas e de gráficos com o apoio do Excel. Reservamos o terceiro momento para explorar o binômio “matemática/democracia”, distribuindo de forma fictícia e de acordo com os interesses dos alunos da 8ª série, uma verba destinada pela Prefeitura de Campinas para as escolas municipais através de uma rubrica intitulada “conta-escola”⁴.

5.4.1 A experiência na escola Dr. João Alves dos Santos

A escola Dr. João Alves dos Santos está localizada no bairro Boa Vista, periferia de Campinas e conta com cerca de mil e quinhentos alunos, distribuídos em quatro períodos, com aulas das sete às vinte e três horas (o período noturno é reservado para o curso supletivo). A comunidade escolar é de baixa renda e proveniente, em grande quantidade, de ocupações populares. Muitas crianças são filhos de mães solteiras ou de pais que atualmente são presidiários.

Como responsável pelo projeto procurei inicialmente a diretora da escola, professora Márcia Maria Gomes da Silva, e expus a ela a proposta do evento⁵. A professora Márcia considerou a proposta bastante interessante e colocou-se à disposição para nos ajudar no que fosse preciso. Para ela, eventos desse tipo são importantes, pois, de um lado possibilitam aos universitários um contato com a realidade da escola pública e da comunidade da periferia da cidade e, de outro, para os estudantes da escola, a oportunidade de aprofundar seus conhecimentos e participar de debates sobre assuntos que, de alguma forma, lhes são pertinentes.

⁴ A conta-escola é uma verba orçamentária da Secretaria de Educação e destinada à manutenção das escolas municipais. A distribuição de gastos é da responsabilidade da diretoria da escola.

⁵ A infra-estrutura da escola é bastante razoável. Há um grande espaço externo, as dependências administrativas são boas (apesar de um pouco acanhadas). Não tive oportunidade de visitar os banheiros e a cozinha, mas a limpeza da escola chama a atenção e o ambiente é bastante agradável. A escola possui uma sala de TV e de vídeo e uma sala de informática com 15 computadores. Apesar da escola estar localizada distante do centro de Campinas, o acesso é bastante razoável (estrada para Monte Mor com acesso municipal em bom estado de conservação).

Ao referir-se a “conta-escola”, a professora Márcia disse que tinha como hábito organizar um debate com a comunidade da escola (pais e alunos) e discutir com eles a melhor distribuição da verba. A Diretora me informou que no final do mês iria receber a última parcela do ano dessa rubrica orçamentária e, a partir dessa informação, pensamos em utilizar essa verba (R\$ 8.200,00) no exercício de distribuição orçamentária participativa que faríamos com os estudantes.

5.4.1.1 O primeiro encontro na escola

O nosso primeiro encontro com os alunos da escola ocorreu no dia 25 de novembro, no laboratório de informática. Prevíamos inicialmente trabalhar com as duas oitavas séries na sala de televisão e de vídeo (local apropriado para reunir mais alunos), mas como ela estava sendo ocupada com a realização de outro evento, optamos por reunir apenas os alunos de uma delas e que no momento assistiam à aula de Matemática. O professor Carlos, de Matemática, também participou da atividade.

Os integrantes do grupo, com o apoio do *power point* e do aparelho multimídia emprestado pela Universidade apresentaram informações relevantes sobre o orçamento municipal (significados, despesas, receitas, etc.) e sobre o orçamento participativo (histórico, significados, conseqüências para a população, procedimentos através das assembléias populares, as organizações por regiões, as decisões democráticas, etc.). As fotos 5-1 e 5-2 registram momentos dessas exposições.



Foto 5-1: Exposição sobre tópicos do OP.



Foto 5-2: Exposição sobre tópicos do OP

Pelo fato da comunidade escolar pertencer a uma região da periferia de Campinas foi com surpresa que ficamos sabendo que poucos alunos conheciam a dinâmica do Orçamento Participativo.

Depois, pedimos aos alunos para sugerirem prioridades para investimentos através da conta-escola (início do que chamamos “exercício de cidadania”). As prioridades dos alunos variaram desde a compra de bebedouros de água até a cobertura da quadra de esportes. Em seguida, iniciamos um processo de discussão sobre essas necessidades e, de forma semelhante aos procedimentos adotados no orçamento participativo, cada aluno escolheu duas dentre todas as prioridades sugeridas.

Os votos dos alunos eram computados diretamente em uma planilha no Excel (mostrada para a classe através do multimídia), de modo que logo após o término das manifestações a ordem de preferência pelas prioridades já estava elaborada. Os alunos não tinham noção de custo de nenhuma das suas preferências e fizeram suas escolhas em função dos seus interesses, sem nenhuma preocupação com o valor a ser gasto (a principal prioridade para eles era com a cobertura da quadra, cujo valor, sem dúvida excederia e em muito a verba de R\$ 8.200,00). Por isso, eles ficaram encarregados de fazer um levantamento de preço de cada item escolhido. Em um outro momento (uma semana depois), faríamos a distribuição da “conta-escola”.

Para finalizar pedimos aos alunos para responderem um questionário com questões relacionadas com a nossa participação e com a escola⁶ e explicamos que os dados seriam explorados pelos alunos que participavam das aulas de Excel, ministradas pelo Raul (apêndice F). Posteriormente, os resumos dessas informações foram publicados no mural da escola.⁷

No intervalo de tempo que antecedeu nosso retorno, obtivemos informações dos custos dos itens priorizados pelos alunos. Aproveitando o fato de um ex-aluno trabalhar em uma empresa de estruturas metálicas, pedi a ele que, além de apresentar um orçamento para a cobertura da quadra da escola, fizesse também um

⁶ As informações sobre a escola que constaram do questionário foram solicitadas pela diretora que desejava saber a opinião dos alunos sobre alguns pontos diretamente relacionados com a sua administração.

⁷ O questionário utilizado e o resumo das informações encontram-se na página OP.

projeto arquitetônico e estrutural para essa cobertura. O orçamento apresentado foi de aproximadamente R\$ 120.000,00, portanto, cerca de quinze vezes o valor da “conta-escola”. Pedro obteve com o pai, que é engenheiro, uma proposta mais modesta (aproximadamente R\$ 60.000,00) e um aluno da 8ª série obteve um orçamento de cerca de R\$ 40.000,00. O projeto para a cobertura da quadra encontra-se anexado à página do grupo.

5.4.1.2 O exercício de cidadania com a “Conta Escola”

Skovsmose, em sua publicação *Towards a Philosophy of Critical Mathematics Education* (1994), também reproduzido em Skovsmose (2001a), descreve o projeto intitulado “Auxílio para Famílias⁸”, desenvolvido com as intenções de exemplificar uma situação em que a matemática pode ser utilizada como ferramenta para organizar uma pequena parte da realidade social e de investigar significados críticos no ensino de matemática. Nesse projeto, desenvolvido com 20 crianças entre 14 e 15 anos de idade em uma escola na Dinamarca, os alunos, distribuídos em cinco grupos receberam a incumbência de “construir” famílias em uma micro-sociedade fictícia, fornecendo para elas informações relevantes como a estrutura da família, número de crianças, idades, rendas dos pais, etc. Em seguida os alunos receberam como tarefa realizar a distribuição de uma quantia fixa de dinheiro (240.000 Dkr) para auxiliar essas famílias de forma similar à que é adotada pelo Governo do país. Após várias discussões, distribuídas em oito unidades (cada unidade pode incluir mais de uma aula), cada um dos cinco grupos fez uma distribuição do dinheiro disponível para cada uma das vinte e quatro famílias imaginadas por eles. Para a construção do algoritmo relativo a essa distribuição os alunos levaram em consideração os diversos fatores que compuseram as estruturas das famílias.

A partir dos resultados do projeto o autor aborda os três conhecimentos já citados no capítulo 2 deste trabalho: matemático (explicitado pela competência de construir algoritmos básicos envolvendo, por exemplo, operações), tecnológico ou pragmático (seleção e aplicação de algoritmos para resolver problemas específicos) e reflexivos

⁸ Na Dinamarca há um programa de auxílio para a criança que corresponde a um pagamento regular do governo para família com crianças na escola (tipo bolsa-escola). O “auxílio para famílias” é um derivativo imaginado pelos autores (Ole Skovsmose e Henning Bødtkjær).

(questionamentos sobre os algoritmos utilizados e sobre significados dos resultados obtidos).

O “exercício de cidadania”, desenvolvido em sala de aula com os alunos da 8ª série foi inspirado no projeto “Auxílio para Famílias”, apresentado por Skovsmose. Entretanto, diferentemente de Skovsmose que acompanhou o trabalho dos grupos ao longo de duas semanas, o “exercício de cidadania” precisaria ser projetado para ser desenvolvido em apenas uma hora e meia (duas aulas). Semelhantemente aos objetivos de Skovsmose, também era minha intenção analisar no trabalho realizado com os alunos, ao menos superficialmente, as representações desses três conhecedores.

Nesse exercício os alunos, trabalhando em grupos, deveriam elaborar propostas de gastos para a “conta-escola” (R\$ 8.200,00), em função dos seus interesses e do que eles consideravam prioritários. Descartamos, pelo seu alto valor, o item cobertura da quadra e definimos os valores dos demais em função dos dados que dispúnhamos. Como para alguns itens os preços eram unitários, era preciso definir também quantos desses itens deveriam ser adquiridos. Além de decompor um todo em partes, os grupos precisavam também calcular as porcentagens de cada item em relação ao total disponível e construir gráficos mostrando essa distribuição. Por fim, o representante de cada grupo deveria expor o seu trabalho para os demais, para que a “melhor” distribuição da “conta-escola” fosse escolhida por todos os presentes.

Logo após as explicações e os esclarecimentos sobre o exercício, feitos pelos integrantes do grupo OP, percebi que os alunos, apesar de estarem no último ano do ensino fundamental, apresentavam dificuldades com o significado e com o cálculo de porcentagem. Após algumas explicações conceituais e sobre o algoritmo de cálculo, iniciamos o exercício.

Apesar das dificuldades iniciais com porcentagem, os alunos da escola conheciam os algoritmos que precisavam ser empregados e, principalmente após o “surgimento” e a “circulação” de algumas calculadoras, o valor de R\$ 8.200,00, destinado pela Conta-Escola para a escola Dr. João Alves dos Santos foi distribuído por todos os grupos.

Na composição dos grupos notei que uma aluna tinha ficado isolada e quando perguntei o motivo ela me disse que não gostava de trabalhar em grupo. Para a menina não ficar sozinha me ofereci para compor com ela um grupo de trabalho, com o cuidado de interferir o mínimo possível. Enquanto os grupos discutiam as questões do exercício e buscavam soluções, Janaina e Raul, circulando pela sala, acompanhavam os trabalhos, tirando dúvidas e explicando alguns procedimentos (Pedro ficou encarregado da gravação).

Quando os grupos terminaram de elaborar suas preferências de gastos iniciamos o processo de discussão das propostas. Um representante de cada grupo veio à frente da sala para expor o trabalho que eles tinham realizado e apresentar justificativas com a intenção de convencer os demais colegas de que a proposta do seu grupo era a melhor. Janaina, enquanto o aluno expunha suas justificativas, anotava na lousa a proposta de gasto do grupo (foto 5-3). Como não tínhamos muito tempo, deixamos o trabalho com os gráficos para as aulas com o Excel.



Foto 5-3: Momento em que as propostas eram anotadas no quadro.

Após todos os grupos terem apresentados suas propostas, iniciamos o processo de escolha da melhor delas. Dentre as sete propostas apresentadas cada aluno escolheu duas alternativas e o orçamento apresentado pelo grupo formado por Bruna (representante), Mislaine, Jucely, André, Gelinton e Alessandro obteve 17 votos (quase o dobro do segundo colocado). Essa proposta e o respectivo gráfico em “pizza”, construído com o Excel na aula com o Raul, encontra-se desenhado na figura 5-2. As demais distribuições da verba encontram-se detalhadas na página OP.

Prioridade	Quant/e	Unitário	Valor	%
Computador	2	R\$ 1.500,00	R\$ 3.000,00	37%
Ventiladores	13	R\$ 53,00	R\$ 689,00	8%
Bebedouros	5	R\$ 315,00	R\$ 1.575,00	19%
Lab. Ciências			R\$ 2.936,00	36%
Total			R\$ 8.200,00	100%

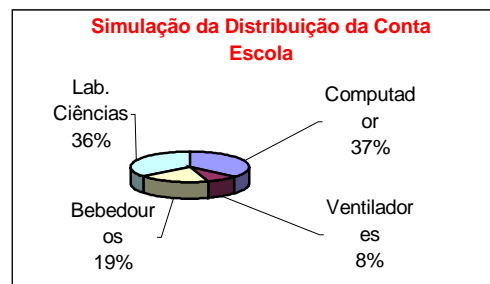


Figura 5-2: Melhor proposta para a distribuição da “conta-escola” na opinião dos alunos da 8ª série .

Na condição de observador percebi que após um começo incerto para ambos os grupos de estudantes – de um lado a insegurança dos integrantes do OP, natural para jovens que nunca haviam passado por experiência similar e do outro, olhares inquietos de adolescentes de 14-15 anos sobre o que os esperavam – um clima descontraído foi sendo construído e bem explorado por ambos os conjuntos de atores. A mesma observação pode ser feita em relação ao primeiro encontro, ocorrido no dia 25 de novembro.

A manifestação dos participantes do grupo nas entrevistas, quando perguntados sobre as suas presenças na escola, confirmam esse sentimento. Destaco a fala de Ana:

Eu adorei ter ido à escola, conversar com as crianças, enfrentar o medo de algo desconhecido e diferente, chegar no lugar e falar. Acho que foi importante conhecer outra realidade e esse foi o ganho no projeto. Esse lado do trabalho (de apresentar os resultados na escola pública) é muito mais interessante de ser explorado do que ficar na Universidade.

Se na elaboração de seus orçamentos cada grupo levou em consideração as preferências dos seus integrantes – foi possível perceber a influência dos líderes nessas preferências – na hora de escolher a melhor proposta os alunos, após ouvirem as justificativas apresentadas pelos representantes dos grupos, refletiram sobre os significados para eles enquanto estudantes e optaram por uma composição que atendesse o conforto na escola (bebedouros e ventiladores), mas também a formação escolar (laboratório e computadores).

Ao explorar corretamente os algoritmos apropriados para distribuição de um todo em partes proporcionais, acompanhados dos cálculos com porcentagens, o

grupo conseguiu trabalhar com sucesso as habilidades matemáticas inerentes ao assunto proposto. O mesmo posso dizer quanto às aplicações práticas relacionadas com essas atividades e apoiadas tanto pelas calculadoras durante o desenvolvimento das atividades em classe, como pela utilização do Excel nas aulas de informática, conduzidas pelo Raul. Apesar do pouco tempo disponível, o grupo conseguiu transformar a sala de aula em um ambiente democrático de discussão, quando a relação entre matemática e cidadania pôde ser explorada adequadamente, quer através dos assuntos pertinentes ao orçamento participativo (do interesse da comunidade), quer através do amplo debate sobre as questões relacionadas com a escola, seguido de um processo democrático de definição das prioridades.

Infelizmente, por causa da proximidade do final do ano e com o encerramento das aulas na escola rapidamente se aproximando (e com ele todos os afazeres característicos de finais de períodos), as entrevistas com os alunos da 8ª série não puderam ser realizadas.

5.4.1.3 O terceiro momento – as aulas de informática

O projeto “Informática e Cidadania” é desenvolvido nas escolas municipais da cidade atende, além dos estudantes dessas escolas, a comunidade da região. Nas aulas de informática os alunos recebem informações sobre Windows, Word e Excel e elas são ministradas nos finais de semana. Nas aulas com o Excel⁹ Raul, que atuava como professor de informática no projeto, explorou com os participantes os dados obtidos com os alunos da 8ª série, tanto os relativos à pesquisa de opinião para gerar tabelas e gráficos como os relacionados com o “exercício de cidadania”.

Para Raul essa oportunidade de trabalhar dados reais com seus alunos, obtidos a partir do exercício realizado na escola foi de um lado oportuna, pois possibilitou a ele ensinar comandos do Excel com informações numéricas que eram do conhecimento dos alunos e, do outro lado, gratificante pela sua própria participação na obtenção desses dados.

Na festa de formatura dos participantes do projeto “A Escola é Nossa”, ocorrida em dezembro daquele ano, os instrutores publicaram no local do evento

⁹ Nem todos alunos da 8ª série participavam do projeto Informática e Cidadania.

trabalhos desenvolvidos pelos seus alunos. No evento, os resultados do trabalho na escola Dr. João Alves dos Santos, apresentados por Raul, faziam referência aos resultados obtidos pelos alunos nas aulas com o Excel e relacionados com os dados da 8ª série. A foto 5-4 mostra o mural apresentado na festa de formatura, formado com os trabalhos dos alunos da escola Dr. João Alves dos Santos.

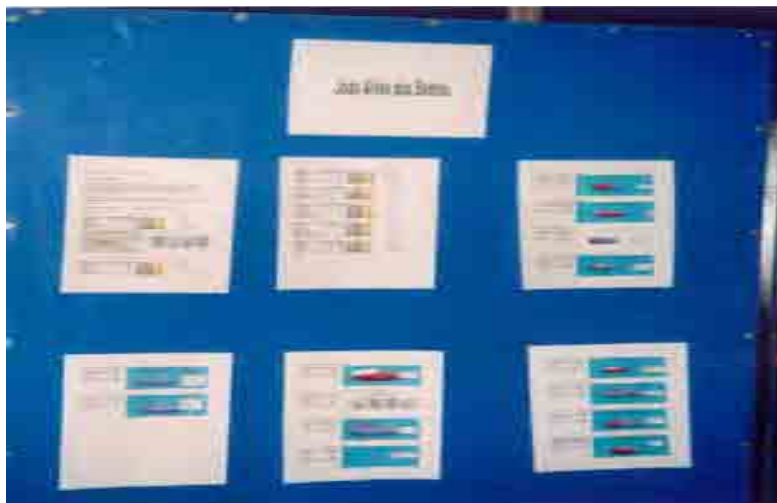


Foto 5-4: Mural com os trabalhos dos alunos da escola Dr João Alves.

5.5 A discussão na sala de aula

Pelas razões apresentadas na seção anterior optamos por não discutir os resultados do projeto “Orçamento Participativo” na sala de aula. Decidimos fazer o relacionamento entre a investigação e o conteúdo curricular com base nos resultados obtidos com o trabalho “Estresse entre estudantes universitários”.

Três estudantes do curso participaram do grupo de trabalho. Carmem, 20 anos, é caboverdiana e estudava na Universidade graças a um intercâmbio existente entre o Brasil e Cabo Verde (cursos universitários são recentes em Cabo Verde e a maioria dos estudantes de graduação estuda através de convênios com países como o Brasil, Cuba e Portugal). Daniel, 21 anos, é de Bebedouro e sempre estudou em escola pública, com exceção do cursinho preparatório, que era particular. Cristina, 19 anos, morava sozinha em Campinas, sempre estudou em escolas particulares antes de ingressar na Universidade e, de todos os participantes, era a que mais gostava de matemática.

A professora Liliana Aparecida de Lima, que nos assessorou em várias etapas desse projeto é psicóloga com mestrado em Psicologia, psicodramista, psicoterapeuta e professora de Psicologia na PUC-Campinas. O trabalho investigativo realizado pelo grupo baseou-se nas informações da professora Liliana, no livro *O Stress do Professor* (LIPP, 2002) e em consultas sobre o tema em diversas páginas na Internet. Os resultados da investigação, muitos deles bastante interessantes, podem ser visualizados na página do grupo <http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/otavio/estress/>. O relatório sobre as investigações do grupo compõe o anexo F.

Os resultados investigativos sobre o tema “Estresse entre universitários” foram bem explorados em sala de aula tanto pelos seus integrantes em suas apresentações como por mim, enquanto professor, ao relacionar o trabalho do grupo com a estatística estudada durante um semestre.

Ao final da apresentação do grupo, os alunos das classes, após preencherem um questionário com várias informações relacionadas com suas vivências escolares, foram convidados para, no laboratório de informática, explorarem a partir dos seus dados, os conceitos da estatística descritiva que foram trabalhados ao longo do curso. Os resultados desses trabalhos relacionados com a estatística descritiva estão disponibilizados na página Estresse.

Ao se auto-avaliarem em relação aos seus graus de estresse, através do teste de *Burnout*¹⁰, os alunos forneceram informações numéricas para o trabalho com questões relacionadas com o teste de normalidade, com a distribuição normal, com a inferência sobre a média através do intervalo de confiança, com os resumos estatísticos, etc. (as questões propostas aos alunos encontram-se no apêndice E).

O gráfico 5-9 mostra que os pontos estão praticamente alinhados (observar a comparação com a reta de regressão), o que indica uma certa normalidade desses escores (vemos essa normalidade com ressalvas por causa do reduzido número de informações). Este alinhamento dos pontos é confirmado pelo coeficiente de correlação, $r = 0,97$.

¹⁰ *Burnout* (consumir-se em chamas) é um tipo de stress ocupacional que se caracteriza por profundo sentimento de frustração e exaustão em relação ao trabalho desempenhado, sentimento que aos poucos pode estender-se a todas as áreas da vida de uma pessoa (Helga Reinhold (p. 64) in LIPP (2002).

A partir da normalidade dos dados relativos ao teste de *burnout*, construímos a curva normal com média igual ao escore médio. Essa curva é desenhada no gráfico 5-10. Os intervalos de confiança 95% e 99% para a média estão construídos na tabela 5-1.

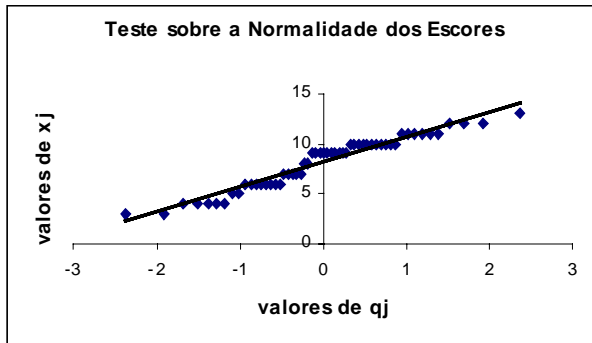


Gráfico 5-9 Teste sobre normalidade dos escores.

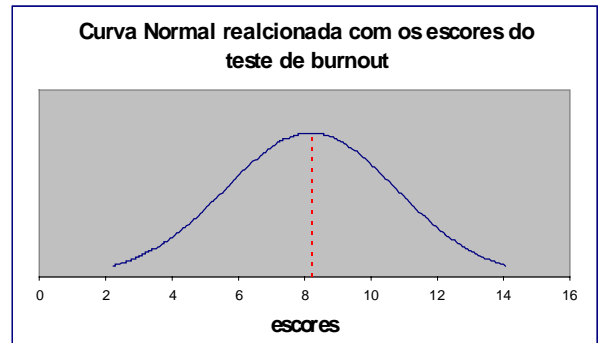


Gráfico 5-10: Curva normal correspondente aos Escores.

N	\bar{x}	S	NC	α	m.e	$\bar{x} - m.e$	$\bar{x} + m.e$
55	8,1818	2,5969	95%	0,05	0,6926	7,4892	8,8744
55	8,1818	2,5969	99%	0,01	0,9118	7,2700	9,0936

Tabela 5-1: Construção dos intervalos de confiança 95% e 99% para a média.

A seguir, no capítulo seis, apresento os resultados do terceiro cenário construído na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, também no Curso de Engenharia de Computação.

6. O CENÁRIO PARA INVESTIGAÇÃO “MATEMÁTICA E CIDADANIA”

Neste capítulo destaco o cenário construído no ano de 2003, com alunos da disciplina Cálculo Diferencial e Integral da Faculdade de Engenharia de Computação. Início o capítulo com o projeto “Tributação e Imposto de Renda” destacando nele as descobertas matemáticas, os modelos construídos, as simulações realizadas e as reflexões decorrentes do trabalho desenvolvido.

Em seguida descrevo e analiso o trabalho pedagógico comunitário realizado pelo grupo de alunos, participantes do cenário, com adolescentes da região de Campinas. Esses adolescentes, por terem cometido alguma contravenção, encontravam-se na ocasião em processo de recuperação através de um programa denominado Liberdade Assistida. A discussão sobre o tema tributação e imposto de renda e o envolvimento dos estudantes nesse trabalho pedagógico e comunitário foram responsáveis pelo título dado ao cenário (“Matemática e Cidadania”).

6.1 O projeto “Tributação e Imposto de Renda”

Em seu primeiro discurso como Presidente do Brasil, Luis Inácio Lula da Silva declarou que a reforma fiscal era extremamente necessária e estava, juntamente com a previdenciária, entre suas prioridades de governo. A partir daí, ambas as reformas passaram a ocupar amplo destaque na imprensa brasileira e a fazer parte do dia-a-dia de todas as pessoas.

A abrangente reforma tributária proposta pelo Governo Federal envolvia principalmente as questões fiscais relacionadas com os diversos tributos existentes no país e as formas de cobranças para torná-los mais justos e menos vulneráveis a sonegações. Apesar das mudanças no cálculo do imposto de renda de pessoas físicas não estarem incluídas nessas reformas, várias discussões sobre a necessidade de alterações na cobrança desse tributo começaram a ocorrer e rapidamente ganharam espaço na mídia.

O Sr Antonio Palocci, Ministro da Fazenda, em debate na Câmara dos Deputados disse que a introdução de novas alíquotas no cálculo do imposto de renda era necessária para tornar esse sistema tributário mais justo e mais adequado à nossa realidade. O Ministro, em seu pronunciamento, também fez referência à necessidade de um “imposto inverso” para garantir uma renda mínima, financiada pelo Estado, para os cidadãos cujos rendimentos não alcançassem um valor considerado essencial para sua sobrevivência (proposta similar ao imposto negativo, uma das antigas bandeiras do Senador Eduardo Suplicy).

Na mesma linha de discussão o Sr. Ricardo Pinheiro, Secretário Adjunto da Receita Federal, em entrevista ao Jornal Nacional da Rede Globo de Televisão no dia 14 de maio de 2003, declarou que estudos para mudança no imposto de renda com varias possibilidades de alíquotas entre 15% e 35% estavam sendo realizados.¹ Atualmente há no sistema brasileiro apenas três faixas de renda líquida, com alíquotas iguais a 0%, 15% e 27,5%.

A motivação para a escolha do tema “Tributação e Imposto de Renda” para o projeto de modelagem teve a ver com a importância da reforma fiscal para a sociedade brasileira e com o fato desse tributo conter um conteúdo matemático apropriado para ser explorado em um curso de Cálculo Diferencial e Integral.

6.1.1 O grupo de trabalho

Nesta fase do projeto participaram quatro estudantes: Antonio Carlos, Marcos, Mário e Sérgio. Os três primeiros responsabilizaram-se pelos aspectos investigativos do trabalho e Sérgio pela construção e pela manutenção da página do grupo. Nas entrevistas que realizamos todos consideraram importante a participação ativa dos estudantes nas aulas, principalmente através de investigações e de discussões e concordaram que as atividades pedagógicas não deviam ficar centradas apenas no trabalho do professor. A seguir descrevo cada um desses participantes.

- Antonio Carlos, 22 anos, morava em Campinas, sempre estudou em escola particular e fez cursinho para ingresso na Universidade. A escola sempre

¹ Ambos os pronunciamentos, do Sr Antonio Palocci e do Sr. Ricardo Pinheiro foram obtidos pelos alunos responsáveis pelo projeto “Tributação e Imposto de Renda” e fazem parte do relatório por eles elaborado.

propiciava estudo do meio e incentivava o trabalho em grupos. Antonio Carlos nunca teve dificuldades com matemática, mas via pouca relação entre a matemática e o cotidiano. Aceitou participar do projeto para melhorar a relação entre o aluno e o professor, para obter mais conhecimentos tanto na área de matemática como na de economia e para participar de um trabalho em grupo.

- Marcos, 18 anos, morava em São Paulo. O ensino fundamental foi realizado em escola pública e o médio, em particular. Em sua vivência escolar no ensino fundamental não havia espaço para discussões, porém, no ensino médio, pesquisas e trabalhos em grupos eram realizados com razoável frequência. Marcos sempre foi um bom aluno em matemática, mas também dificilmente via relação entre o que aprendia com o dia-a-dia. A influência da matemática em sua decisão para cursar Engenharia não foi muito significativa. Marcos interessou-se pelo projeto por achar interessante o tema, por poder relacioná-lo com a matemática e por acreditar que o mesmo poderia ampliar e enriquecer seus conhecimentos.
- Mário, 20 anos, morava em Nova Odessa e sempre estudou em escola pública. Fez um ano de cursinho antes de ingressar na Universidade. As aulas eram basicamente centradas no professor e quase não havia espaço para discussões. Os conceitos matemáticos eram assimilados com facilidade e ele sempre teve interesse em aprofundar-se na disciplina. Mário via, em alguns casos, relação entre a Matemática e o cotidiano e decidiu participar do projeto por ter considerado a proposta bastante interessante e para poder relacionar a matemática curricular com uma situação da realidade.
- Sérgio, 17 anos, morava em Campinas e sempre estudou em escola particular. A escola sempre incentivava seus alunos a participar ativamente em discussões e em pesquisas. O estudo do meio e a realização de trabalhos em grupos eram realizados com razoável frequência. Sérgio considera a Matemática uma disciplina repleta de curiosidades e com muitos desafios e sempre se interessou pelas suas aplicações. Sérgio, justamente por causa das aplicações matemáticas, considera o seu estudo indispensável. O gosto pela matemática teve bastante influência em sua escolha pelo curso de Engenharia. Sérgio decidiu participar do projeto por ter muitas expectativas em relação ao seu

conteúdo e por acreditar que uma atividade como aquela poderia ampliar bastante seu conhecimento. Além disso, considerava interessante e gratificante o trabalho social que seria realizado.

O professor José Homero Adabo, da Faculdade de Economia da PUC-Campinas, convidado para nos assessorar no projeto, indicou ao grupo as primeiras leituras e algumas fontes de consulta na Internet.

6.1.2 O trabalho investigativo relacionado com o projeto

A construção da página constituiu-se na primeira atividade do grupo. Para que os demais projetos relacionados com o cenário pudessem ser agregados a essa página decidimos adotar o próprio nome do cenário para a sua identificação: “Matemática e Cidadania”. Como nos casos anteriores escolhemos um endereço provisório (www.geocities.com/colavirtual/mat) para que alterações pudessem ser realizadas normalmente. O seu formato encontra-se desenhado na figura 6-1 e neste relato utilizarei simplesmente MC ao me referir a ela.

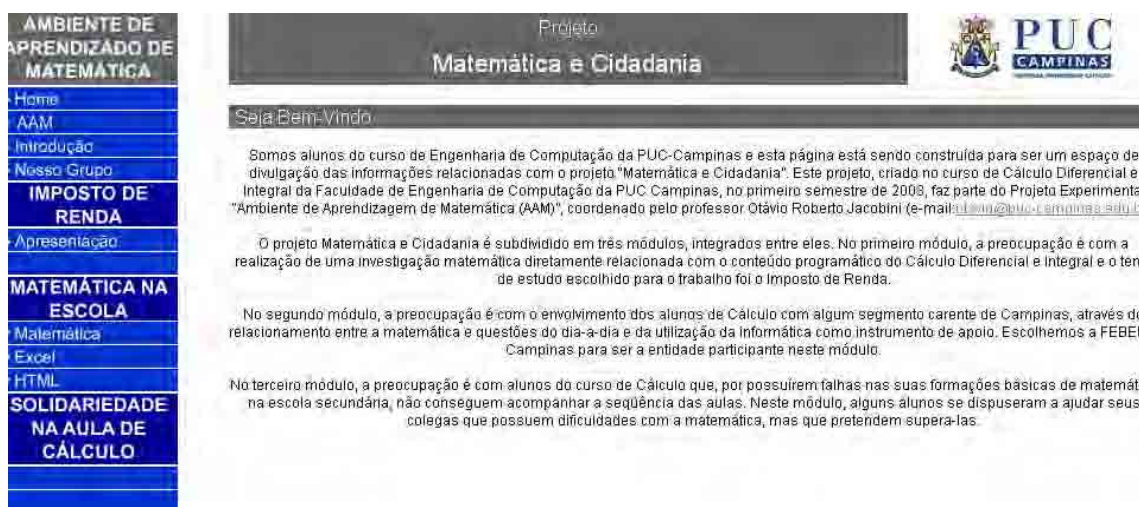


Figura 6-1: Formato da página na Internet relativa ao cenário Matemática e Cidadania.

Após as conclusões dos trabalhos essa página foi definitivamente anexada à *home page* relacionada com esta pesquisa, podendo ser acessada através do endereço <http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/otavio/matcid>.

6.1.2.1 O imposto de renda e a matemática

O trabalho investigativo relacionado com a tributação brasileira e com o imposto de renda foi realizado a partir de textos disponíveis na *home page* do Instituto de Pesquisas Econômicas e Administrativas (www.ipea.gov.br). Na rotina de trabalho os participantes definiam os objetos de investigação e cada integrante responsabilizava-se por um conteúdo específico. Após a realização de suas tarefas (e muitas vezes também durante os seus desenvolvimentos) o grupo, através do correio eletrônico, promovia discussões sobre os resultados alcançados. Reuniões semanais com o professor eram realizadas para apresentação e discussão desses resultados. O relatório completo elaborado pelo grupo encontra-se na página MC e também compõe o anexo G.

Em paralelo às investigações sobre a reforma tributária o grupo construiu vários modelos para o cálculo do imposto de renda (funções definidas por sentenças matemáticas) e realizou, com base nesses modelos, diversas simulações de cobrança do tributo. Para a definição das equações que compõem a função imposto de renda (IR) os alunos analisaram os significados matemáticos das parcelas a deduzir incluídas em cada uma das faixas. Da mesma forma que na investigação teórica sobre tributação, os resultados obtidos pelo grupo eram discutidos entre eles e com o professor, tanto através do correio eletrônico como em encontros presenciais. A foto 6-1 mostra um dos instantes dessas discussões quando o grupo expunha suas descobertas matemáticas.



Foto 6-1: Explicações sobre as parcelas que compõem a função IR.

Os principais resultados do trabalho do grupo, extraídos do relatório escrito, das discussões com o professor e dos materiais apresentados nos seminários em sala de aula estão descritos abaixo.

Discussões e Resultados:

O imposto de renda no Brasil é uma função matemática definida por meio de três faixas, com alíquotas (taxas em porcentagem) que variam em função da renda líquida x (após todas as deduções previstas em lei).

Assim, para $x \leq R\$ 12.696,00$ a alíquota é 0. Para $R\$ 12.696,01 \leq x \leq R\$ 25.380,00$, a alíquota é 15%. Para valores líquidos superiores a 25.380,01 ela é igual a 27,5%.

As equações que compõem as faixas do Imposto de Renda são lineares e as alíquotas, transformadas em números reais, são os coeficientes angulares das retas. Assim, a 1ª reta é horizontal ($m=0$), a 2ª reta possui um coeficiente angular igual a 0,15 e forma um ângulo Φ com o eixo x , onde $\text{tg}\Phi = 0,15$. Portanto, $\Phi = \text{arctg } 0,15 = 8,54^\circ$. O coeficiente angular da 3ª reta é 0,275 e o ângulo β que essa forma com o eixo x é tal que $\text{tg}\beta = 0,275$. Conseqüentemente, $\beta = \text{arctg } 0,275 = 15,38^\circ$.

Essa função deve ser contínua em todos os valores de x . Em particular, a continuidade nos pontos $x = 12.696,00$ e $x = 25.38,00$ garante a não ocorrência de saltos ao redor desses pontos. A existência de parcelas a deduzir em cada faixa justifica-se justamente pela necessidade de se garantir a continuidade da função nesses pontos limites de cada uma das faixas.

Se não houvesse essas parcelas a deduzir, a função IR seria definida por:

$$IR = f(x) \begin{cases} 0x & \text{se } 0 \leq x \leq 12.696,00 \\ 0,15x & \text{se } 12.696,00 < x \leq 25.380,00 \\ 0,275x & \text{se } x > 25.380,00 \end{cases}$$

Dessa forma, se alguém cuja renda líquida fosse $x = R\$ 12.000,00$ e, portanto, isento do pagamento do IR, conseguisse um aumento salarial, passando para $R\$ 13.000,00$ passaria a ser tributado (o que seria justo), porém com um valor bastante desproporcional, ou seja,

$$x = R\$ 13.000,00 \rightarrow IR = 0,15 \times 13.000 = R\$ 1.950,00$$

No outro extremo a situação seria ainda pior. Um salário igual a $R\$ 25.000,00$, por exemplo, que viesse a ser reajustado para $R\$ 26.000,00$ teria um aumento tributário correspondente a

$$x = R\$ 25.000 \rightarrow IR = 0,15 \times 25.000 = R\$ 3.750,00$$

$$x = R\$ 26.000 \rightarrow IR = 0,275 \times 26.000 = R\$ 7.150,00 \Rightarrow \text{diferença} = R\$ 3.400,00$$

Essa situação seria desestimulante para mudanças de faixa salarial. O gráfico 6-1 mostra a descontinuidade em salto da função nos pontos correspondentes a essas mudanças de faixa.

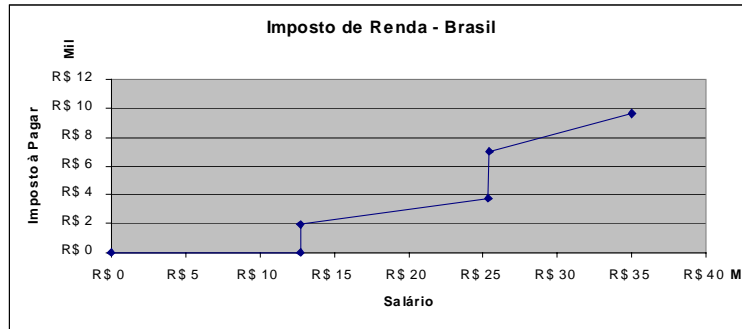


Gráfico 6-1 - Função IR sem a existência de parcelas a deduzir.

6.1.2.2 As parcelas a deduzir em cada faixa para garantir a continuidade da função IR

Para garantir a continuidade da função IR, introduzimos parcelas a deduzir em cada uma das sentenças que a compõe. Assim, a função IR passa a ter a seguinte formulação:

$$IR = f(x) \begin{cases} 0x & \text{se } 0 \leq x \leq 12.696,00 \\ 0,15x + P_1 & \text{se } 12.696,00 < x \leq 25.380,00 \\ 0,275x + P_2 & \text{se } x > 25.380,00 \end{cases}$$

Para a função ser contínua em $x = R\$ 12.696,00$ é preciso que os limites laterais à esquerda e à direita desse ponto sejam iguais. Assim:

$$\lim_{x \rightarrow 12696^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow 12696^+} f(x) \text{ Como,}$$

$$\lim_{x \rightarrow 12696^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow 12696^-} 0 = 0 \text{ e } \lim_{x \rightarrow 12696^+} f(x) = \lim_{x \rightarrow 12696^+} (0,15x + P_1) = 0,15 \times 12.696 + P_1$$

Temos $1.904,40 + P_1 = 0$ e, portanto, $P_1 = -1904,40$

De modo análogo, igualando os limites laterais ao redor de $x = R\$ 25.380,00$ obtemos P_2

$$\lim_{x \rightarrow 25380^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow 25380^+} f(x) \text{ Como,}$$

$$\lim_{x \rightarrow 25380^-} f(x) = \lim_{x \rightarrow 25380^-} 0,15x - 1.904,40 = 0,15 \times 25.380 - 1.904,40 = 1.902,60 \text{ e}$$

$$\lim_{x \rightarrow 25380^+} f(x) = \lim_{x \rightarrow 25380^+} 0,275x - P_2 = 0,275 \times 25.380 + P_2 = 6.979,5 + P_2$$

Obtemos $6.979,5 + P_2 = 1.902,60 \Rightarrow P_2 = - 5.076,90$

Dessa forma, a função IR, agora contínua em todos os pontos, passa a ser:

$$IR = f(x) = \begin{cases} 0x & \text{se } 0 \leq x \leq 12696,00 \\ 0,15x - 1904,40 & \text{se } 12.696,00 < x \leq 25.380,00 \\ 0,275x - 5076,90 & \text{se } x > 25.380,00 \end{cases}$$

O gráfico 6-2 mostra a função IR, com as parcelas a deduzir.

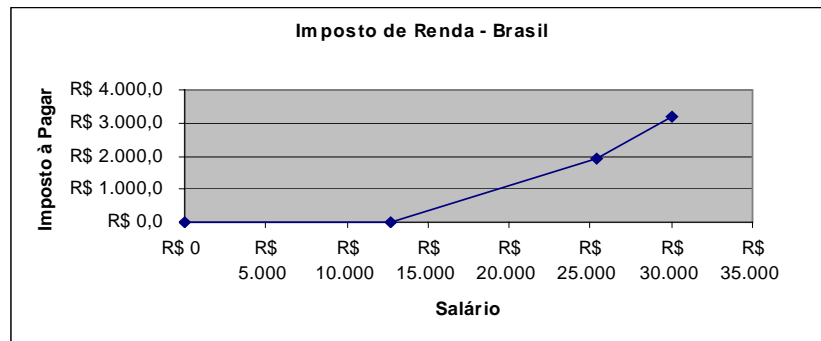


Gráfico 6-2 - Função IR com as parcelas a deduzir em cada faixa.

Os mesmos impostos dos casos anteriores, agora calculados corretamente, são coerentes:

$$x = 12.000 \rightarrow IR = 0$$

$$x = 13.000 \rightarrow IR = 0,15 \times 13.000 - 1.904,40 = R\$ 45,00 \Rightarrow \text{diferença} = R\$ 45,00$$

$$x = 25.000 \rightarrow IR = 0,15 \times 25.000 - 1.904,40 = R\$ 1.845,60$$

$$x = 26.000 \rightarrow IR = 0,275 \times 26.000 - 5.076,90 = R\$ 2.073,10 \Rightarrow \text{diferença} = R\$ 227,50$$

As mudanças dos coeficientes angulares nos pontos $x = 12.696$ e $x = 25.380$ correspondem aos aumentos das tributações com a passagem de uma faixa de renda para outra, o que, no Cálculo Diferencial corresponde à não existência de derivada nesses valores. A função derivada está representada abaixo e o gráfico 6-3 mostra essa função, constituída pelas alíquotas correspondentes a cada uma das faixas.

$$f'(x) = \begin{cases} 0 & \text{se } 0 \leq x < 12.696,00 \\ 0,15 & \text{se } 12.696,00 < x < 25.380,00 \\ 0,275 & \text{se } x > 25.380,00 \end{cases}$$

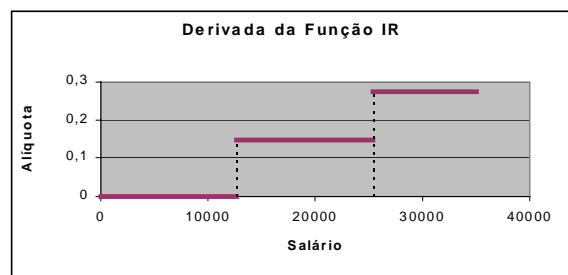


Gráfico 6-3: Derivada da função IR.

Comentário adicional: O modelo matemático gerador da tabela de contribuição ao INSS – Instituto Nacional de Seguridade Social – é também uma função formada por sentenças matemáticas, porém não contínua. Se x é o rendimento mensal, então a função contribuição $f(x)$ é definida por

$$f(x) = \begin{cases} 0,0765x & \text{se } 260,00 \leq x \leq 752,62 \\ 0,0865x & \text{se } 752,63 \leq x \leq 780,00 \\ 0,0900x & \text{se } 780,01 \leq x \leq 1.254,36 \\ 0,1100x & \text{se } 1.254,37 \leq x \leq 2.508,72 \end{cases}$$

Por causa dessa descontinuidade, o assalariado com rendimento próximo a algum limite superior que vier a ter um pequeno reajuste salarial, passará a contribuir mais com o INSS e, por causa disso, o seu novo salário poderá ser menor do que o anterior. A função contribuição ao INSS está representada no gráfico 6-4 e a tabela 6-1 mostra essas diferenças nos limites R\$ 752,62, R\$ 780,00 e R\$ 1.254,36.

Comparação dos descontos para valores próximos aos limites superiores		
Salários	Contribuição	Diferença
752,62	57,58	
752,63	65,10	7,53
780,00	57,58	
780,01	70,20	2,73
1.254,36	112,89	
1.254,37	137,98	25,09

Tabela 6-1: Diferenças no salário provocadas pela descontinuidade da função.

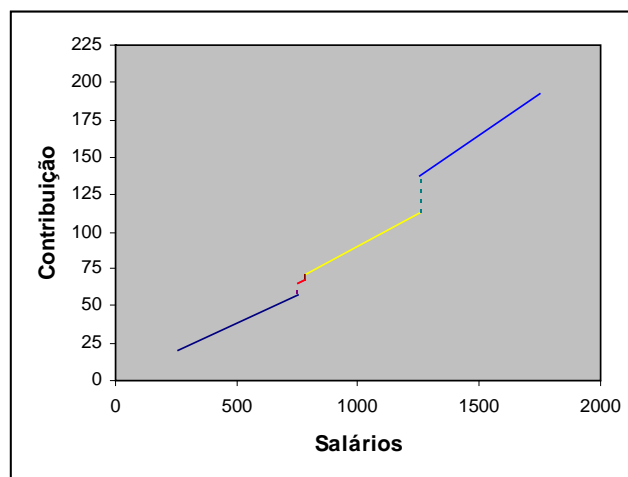


Gráfico 6-4: Função contribuição ao INSS.

6.1.2.3 Ampliando o número de faixas e introduzindo novas alíquotas

Utilizando a igualdade entre os limites laterais para garantir a continuidade da função IR é possível obter parcelas a deduzir para tantas faixas quanto se queira. Neste estudo, fizemos três ampliações: a primeira (modelo 2) considerando faixas variando de 5% em 5%, a segunda, de 15% em 15% (modelo 3) e a terceira, seguindo estudos que estão sendo desenvolvidos pela Receita Federal e que corresponde a introdução de uma quarta faixa, com alíquota igual a 35% (modelo 4). Admitimos nos modelos 2 e 3 a maior alíquota como sendo

igual a 60%. Essas ampliações (com exceção do modelo 2, que possui um grande número de faixas) juntamente com a atual estão representadas a seguir.

- Modelo 1 : Atual
(2003) ⇒

$$IR = f(x) = \begin{cases} 0x & \text{se } 0 \leq x \leq 12.696,00 \\ 0,15x - 1904,40 & \text{se } 12.696,00 < x \leq 25.380,00 \\ 0,275x - 5076,90 & \text{se } x > 25.380,00 \end{cases}$$

- Modelo 3 :
Faixas de 15%
em 15% ⇒

$$IR = f(x) = \begin{cases} 0x & \text{se } 0 \leq x \leq 12.696,00 \\ 0,15x - 1.904,40 & \text{se } 12.696,00 < x \leq 25.380,00 \\ 0,30x - 5.711,40 & \text{se } 25.380,00 < x \leq 50.760,00 \\ 0,45x - 13.030,40 & \text{se } 50.760,00 < x \leq 101.520,00 \\ 0,60x - 28.553,40 & \text{se } x > 101.520,00 \end{cases}$$

- Modelo 4 :
Modelo atual
com uma faixa
de 35% ⇒

$$IR = f(x) = \begin{cases} 0x & \text{se } 0 \leq x \leq 12.696,00 \\ 0,150x - 1904,40 & \text{se } 12.696,00 < x \leq 25.380,00 \\ 0,275x - 5076,90 & \text{se } 25.380,00 < x \leq 50.760,00 \\ 0,350x - 8883,90 & \text{se } x > 50.760,00 \end{cases}$$

Esses modelos estão desenhados no gráfico 6-5. Percebe-se com clareza em todos eles, uma quase coincidência entre as tributações nos menores rendimentos.

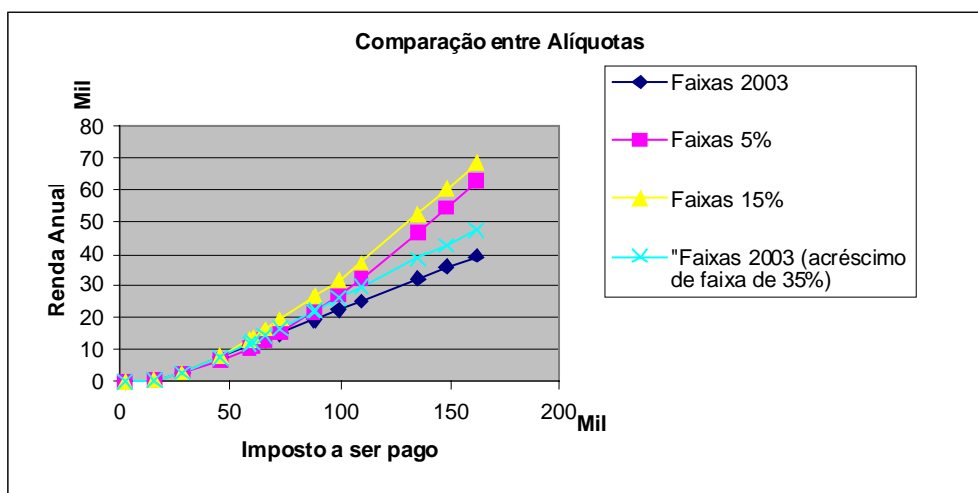


Gráfico 6-5: comparativo dos quatro modelos relativos ao IR.

Nas discussões que fizemos a partir das tabelas e do gráfico comparativo, percebemos que a ampliação do número de faixas, desde que os limites sejam

mantidos aproximadamente iguais, não implica em grandes aumentos tributários para rendimentos baixos ou médios. Em alguns casos, um número maior de faixas implica até em tributações menores. Entretanto, para rendimentos superiores a R\$ 60.000,00, as diferenças acentuam-se. Nesses casos, o fato do coeficiente angular da reta no modelo atual manter-se o mesmo em contraposição às outras três situações, confirma o desequilíbrio quando comparações são realizadas. As simulações na tabela 6-2, realizadas pelo grupo, mostram essas situações.

<i>Rendimento</i>	<i>Imposto de Renda Devido</i>				<i>Diferenças</i>		
	<i>Modelo 1</i>	<i>Modelo 2</i>	<i>Modelo 3</i>	<i>Modelo 4</i>	<i>(2) e (1)</i>	<i>(3) e (1)</i>	<i>(4) e (1)</i>
<i>15.000,00</i>	<i>345,6</i>	<i>450,00</i>	<i>345,6</i>	<i>345,6</i>	<i>104,40</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>25.000,00</i>	<i>1.845,60</i>	<i>2.000,00</i>	<i>1.845,60</i>	<i>1.845,60</i>	<i>154,40</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>35.000,00</i>	<i>4.548,10</i>	<i>4.000,00</i>	<i>4.788,60</i>	<i>4.548,10</i>	<i>-548,10</i>	<i>240,5</i>	<i>0</i>
<i>60.000,00</i>	<i>11.423,10</i>	<i>10.800,00</i>	<i>13.969,60</i>	<i>12.116,10</i>	<i>-623,10</i>	<i>2.545,5</i>	<i>693,00</i>
<i>75.000,00</i>	<i>15.548,10</i>	<i>16.200,00</i>	<i>20.719,60</i>	<i>17.366,10</i>	<i>651,9</i>	<i>5171,50</i>	<i>1.818,00</i>
<i>100.000,00</i>	<i>22.423,10</i>	<i>27.200,00</i>	<i>31.969,60</i>	<i>26116,10</i>	<i>4.776,90</i>	<i>9546,50</i>	<i>3.693,00</i>
<i>125.000,00</i>	<i>29.298,10</i>	<i>40.800,00</i>	<i>46.446,60</i>	<i>34.866,10</i>	<i>11.501,90</i>	<i>17.148,50</i>	<i>5.568,00</i>

Tabela 6-2: Simulações relativas ao cálculo do IR, nas três situações consideradas.

Nas três situações construídas o grupo procurou manter a mesma proporcionalidade existente entre as faixas, mesmo sabendo que essa proporcionalidade não deve ser constante para que rendimentos considerados bastante altos sejam, de fato, tributados com alíquotas maiores. A falta de clareza sobre o que pode ser considerado um alto rendimento, aliada a escassez de informações e também de tempo disponível para consegui-las, não permitiu que o estudo pudesse ser realizado de forma diferente.

Esperávamos, na palestra proferida pelo técnico da Receita Federal, Sr Luis Felipe Alonso, obter informações mais específicas tanto sobre esses limites que correspondem às divisões das faixas como sobre as alíquotas. Entretanto, a única informação disponibilizada pelo palestrante foi a de que esses limites (R\$ 12.696,00 e R\$ 25.380,00) definem regiões tais que, na primeira delas, incluem-se cerca de 80% dos trabalhadores brasileiros (portanto, isentos), na segunda, 12% e, na última faixa, apenas 8%. A Delegacia da Receita Federal em Campinas não permitiu que questões como essas fossem debatidas na palestra e esse fato trouxe algumas frustrações aos integrantes do grupo. Esse sentimento pode ser percebido na opinião expressa por Marcos:

Pessoalmente eu não gostei muito. Foi interessante, mas não o que eu esperava. O que eu queria saber eu continuei sem saber. Continuei na dúvida em relação às alíquotas, às faixas. Mas eu achei interessante a importância sobre tributação e sobre cidadania.

Apesar da falta de informação sobre questões relacionadas com o imposto de renda, a palestra (aberta para todos os alunos do curso) foi significativa e esclarecedora por abordar o relacionamento entre importantes questões como cidadania, direitos, deveres e tributação. Esses pontos eram constantemente discutidos no cenário.

6.1.2.4 Estudando modelos de imposto de renda de outros países

Mesmo considerando as diversidades existentes entre os países por causa das diferenças entre suas realidades (sociais, políticas, fiscais, tributárias, de rendas, etc.), o que faz com que comparações em relação às formas de tributação sejam feitas sempre com ressalvas, achamos pertinente investigar as formas de cobrança de outros países. Fizemos isso com a intenção de propor um quinto modelo, alternativo àqueles anteriormente construídos.

O grupo teve acesso aos modelos tributários de três países: Holanda, França e Croácia. Apresento a seguir a discussão comparativa entre as tributações no Brasil e na Holanda.

O imposto de renda na Holanda baseia-se em quatro faixas: 2,95%; 8,2%; 42% e 52%. Apesar da grande amplitude existente entre elas, a tributação é feita decompondo-se o rendimento líquido em todas as faixas, com a aplicação das respectivas alíquotas sobre os excedentes. A tabela 6-3 resume o cálculo do IR a partir dessa decomposição em faixas.

<i>Faixa de Renda Líquida</i>	<i>Porcentagem</i>	<i>Observações</i>
<i>até 14.870,00</i>	<i>2,95%</i>	<i>-----</i>
<i>De 14.870,01 à 27.009,00</i>	<i>8,2%</i>	<i>Sobre o excedente à 14.870,00</i>
<i>De 27.009,01 à 46.309,00</i>	<i>42%</i>	<i>Sobre o excedente à 27.009,00</i>
<i>acima de 46.309,01</i>	<i>52%</i>	<i>Sobre o excedente à 46.309,00</i>

Tabela 6-3: Forma de cobrança do IR na Holanda. Valores em euros.

A partir dessa tabela construímos a correspondente função IR

$$f(x) = \begin{cases} 0,0295x, & \text{se } x < 14.870,00 \\ 0,082(x-14.870) + 0,0295(14.870), & \text{se } 14.870,01 < x < 27.009,00 \\ 0,42(x-27.009) + 0,082(27.009-14.870) + 0,0295(14.870), & \text{se } 27.009,00 < x < 46.309,00 \\ 0,52(x-46.009) + 0,42(46.009-27.009) + 0,082(27.009-14.870) + 0,0295(14.870), & \text{se } x > 46.309,01 \end{cases}$$

Simplificando as operações indicadas, obtemos a função IR com parcelas a deduzir, como no sistema brasileiro. Os integrantes do grupo propuseram um novo modelo para o cálculo do imposto de renda (modelo 5), formado pelas mesmas sentenças do sistema holandês, com os valores considerados em reais.

- **Modelo 5** : (adaptação do sistema tributário da Holanda) \Rightarrow

$$f(x) = \begin{cases} 0,0295x & \text{se } x \leq 14.870,00 \\ 0,082x - 780,68 & \text{se } 14.871,01 < x \leq 27.009,00 \\ 0,42x - 9.909,72 & \text{se } 27.009,01 < x \leq 46.309,00 \\ 0,52x - 14.510,62 & \text{se } x \geq 46.309,01 \end{cases}$$

Os valores simulados na tabela 6-4 foram utilizados para comparação entre o modelo 1 (atual) e o modelo 5 (proposto), os impostos correspondentes e as respectivas diferenças de um modelo para o outro. O gráfico 6-6 mostra essa comparação.

Rendimento	Imposto de Renda Devido		
	Modelo 1	Modelo 5	Diferença
8.500,00	0,00	250,75	250,75
15.000,00	346,00	449,40	103,40
25.000,00	1.845,60	1.269,40	-576,20
30.000,00	3.174,00	2.690,28	-483,72
35.000,00	4.549,00	4.790,28	241,28
50.000,00	8.674,00	11.489,38	2.815,38
75.000,00	15.548,10	24.489,38	8.941,28
100.000,00	22.423,10	37.489,38	15.066,28
125.000,00	29.298,10	50.489,38	21.191,28

Tabela 6-4: Comparação entre os modelos 1 e 5.

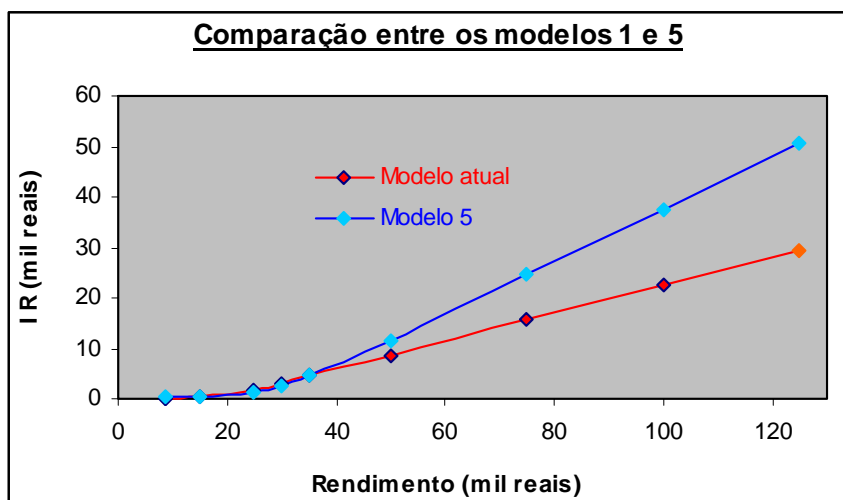


Gráfico 6-6: Comparativo entre os modelos 1 e 5.

6.1.3 Discussões e reflexões decorrentes do projeto “Imposto de Renda”

Projetos investigativos proporcionam aos alunos oportunidades de aprendizagem que extrapolam aquelas que são oferecidas em ambientes restritos à sala de aula. Além das descobertas em si, a divisão de tarefas, as discussões sobre os resultados obtidos, as aplicações dos conceitos matemáticos e as suas relações com o tema investigado, e a preparação e a elaboração do relatório escrito são responsáveis pelo amadurecimento acadêmico dos estudantes participantes dos grupos de trabalho. Assim, as primeiras reflexões decorrentes do trabalho realizado pelo grupo têm a ver com esses pontos.

A grande quantidade de informação, a existência de múltiplas fontes para consulta e a necessidade da investigação ser realizada exclusivamente fora da sala de aula exigiu do grupo um planejamento cuidadoso em relação aos tópicos a serem investigados, à distribuição das atividades e ao cronograma, além dos procedimentos operacionais para a organização do trabalho. A dificuldade para encontros presenciais fez da correspondência por e-mail uma importante fonte de comunicação. Sobre esse planejamento, transcrevo as opiniões dos integrantes do grupo:

A gente lia os textos, cada um falava o que tinha entendido e depois cada um ficava responsável por uma parte dele. A gente bolou essa estratégia e acho que deu certo. Todos trabalharam igualmente (Mário).

Primeiro a gente conversava sobre o que tinha lido e depois a gente via o que cada um deveria fazer [...]. Quando um tinha dificuldade o outro ajudava. O que cada um fazia os outros viam para ver se estava bom ou não. Houve uma divisão de tarefas. Foi uma experiência bem positiva. O aprendizado assim é bem melhor (Marcos).

Depois a gente juntava, discutia tudo e elaborava o trabalho final. [...] o e-mail é uma excelente ferramenta para comunicação. A gente utilizou bastante (Antonio Carlos).

Para os alunos, o conhecimento adquirido nessa relação entre a matemática e a realidade é profundo, repleto de significados e propício para conexões entre o conteúdo matemático e o dia-a-dia das pessoas. Marcos, na entrevista, disse que o conhecimento alcançado tanto matemático quanto sobre o tema foi a maior

contribuição que o trabalho poderia lhe dar. Para ele, através da vinculação entre a matemática e a realidade aprende-se muito mais matemática, com mais sentido e com mais significado, além de possibilitar também a descoberta de fatos importantes que interferem diretamente na vida das pessoas. De acordo com Mário, também na entrevista, ao perceber essa relação (entre a matemática e a realidade), o aluno rompe com o (pré) conceito de que a matemática é puramente abstrata, apenas teórica e descobre o seu lado prático.

Nas discussões entre eles e nos seminários com a classe os estudantes discutiram as múltiplas formas de tributação existentes no país (tanto em relação à forma de cobrança como em relação ao conteúdo), a importância da relação entre produção, consumo e tributação, os prejuízos causados pela sonegação, e as vantagens proporcionadas pela simplificação na cobrança de tributos e pelo aperfeiçoamento do modelo do imposto de renda com a inclusão de mais alíquotas (comprovado através dos conceitos matemáticos e das simulações realizadas). Essas reflexões encontram-se nas conclusões do relatório escrito elaborado pelo grupo.

Os projetos de trabalho propiciam também um forte estreitamento na relação entre o professor e seus alunos, não apenas com os integrantes do grupo, mas também com os demais, mormente quando as investigações que estão sendo realizadas relacionam-se com o conteúdo curricular e quando elas proporcionam discussões que envolvem os resultados obtidos, sejam eles matemáticos ou não.

No ambiente investigativo construído no curso de Cálculo, a relação entre o currículo (funções, continuidade e derivada) com o tema investigado esteve presente tanto nos seminários organizados e conduzidos pelos integrantes do grupo como em diversas aulas sobre esses tópicos. A palestra com o representante da Receita Federal em Campinas, se por um lado não trouxe esclarecimentos para dúvidas diversas sobre o imposto de renda em si, por outro, possibilitou importantes reflexões sobre a trilogia Estado/Governo, cidadão/democracia e tributos/impostos e sobre os problemas causados pela sonegação dos impostos.

6.2 A experiência pedagógica e comunitária com adolescentes do COMEC

Diferentemente do trabalho realizado na escola do bairro Boa Vista, quando as atividades pedagógicas foram desenvolvidas em apenas dois dias, neste novo cenário, planejei explorar com mais profundidade as possibilidades tanto da matemática, através de suas aplicações no dia-a-dia, como da Internet e do Excel. Como consequência ampliei para três semanas o período para o desenvolvimento dessas atividades.

Para relacionar a matemática resultante da investigação com a matemática escolar projetei, inicialmente, um trabalho pedagógico com estudantes do ensino médio (preferencialmente) ou da 8ª série do ensino fundamental. Para poder explorar convenientemente os recursos computacionais, a escola onde o trabalho seria desenvolvido precisaria estar equipada com computadores conectados à Internet. Além disso, seria preciso também que a escola estivesse localizada próxima da Universidade, pois os alunos do curso de Engenharia de Computação, por estudarem em tempo integral não dispõem de muito tempo para se dedicar a atividades não curriculares.

No processo de formalização da proposta percebi que não seria fácil encontrar uma escola que atendesse a todos esses quesitos. A opção pela realização do trabalho na Universidade não pôde ser considerada pela dificuldade de transporte dos estudantes, de suas residências ou mesmo da escola, para o campus universitário.

A transferência de ambiente de trabalho, da escola pública para a FEBEM – Federação do Bem Estar do Menor² - proposta apresentada pela professora Rita Manjaterra Khater, coordenadora do programa “Escola Viva” da Prefeitura de Campinas e também docente da Universidade, transformou-se em alternativa a ser considerada. Entretanto, apesar da parceria com a FEBEM atender os quesitos necessários para a aplicabilidade do projeto (a entidade se responsabilizaria pelo transporte dos internos para a Universidade e os trabalhos pedagógicos poderiam ser realizados no Laboratório de Ensino de Matemática, recentemente construído),

² A FEBEM no Estado de São Paulo é responsável pela re-educação dos menores que cometeram algum tipo de crime contra a sociedade.

os riscos com a sua implementação não poderiam ser ignorados. A responsabilidade pelo desenvolvimento do trabalho e a preocupação com meus alunos que seriam os seus executores, eram, ambas, muito grande. Afinal, os adolescentes encontravam-se internos na FEBEM por terem cometido algum ato infrator e, por decisão da Justiça, estavam cumprindo suas penas em regime fechado.

A visita que fiz a unidade da FEBEM em Campinas ampliou ainda mais minha insegurança. Logo na entrada do prédio, o aparato existente, se não era ostensivo como o de uma Delegacia de Polícia ou de uma Casa de Detenção, mostrava-se um tanto amedrontador. A minuciosa revista realizada por um dos seguranças da entidade e a pesada porta de ferro que separava o ambiente externo do interno deixavam bem claro que aquele era um outro mundo para mim e, com certeza, o seria também para meus alunos.

Internamente, a dureza da Instituição não era a mesma. A lavanderia, a padaria e o refeitório, locais em que os internos trabalhavam, as dependências onde eles permaneciam, as presenças das assistentes sociais e dos professores lembravam mais uma escola antiga com muros altos e intransponíveis do que um local aonde a liberdade de ir e de vir estava suspensa. Mesmo assim, havia uma divisão do espaço físico em duas alas. Em uma delas ficavam os menores já adaptados e que possuíam bom comportamento e, na outra, os que se encontravam ainda em fase de adaptação. Em ambas havia espaços para recreação, esportes e salas de aulas. Os meninos ficavam juntos em cada uma das alas, independentemente da idade e da infração cometida³. Além disso, não havia separação em níveis escolares e eles não eram obrigados a freqüentar as aulas.

Por outro lado, as múltiplas possibilidades reflexivas propiciadas pela realização desse trabalho pedagógico, tanto para meus alunos que teriam, através da matemática, a oportunidade de realizar um belíssimo trabalho comunitário quanto para meu estudo que seria amplamente beneficiado pela riqueza do material que seria obtido, contrastavam com os riscos e me induziam a aceitá-lo. O fato de apenas os menores com bons comportamentos serem autorizados pela direção da FEBEM para participar de programas externos à instituição contribuiu para minimizar

³ Os internos da FEBEM Campinas são, em geral, menores que cometeram infrações consideradas pequenas.

meus receios. A concordância dos integrantes do grupo de trabalho, responsáveis pelo desenvolvimento do trabalho pedagógico, foi decisiva para que a proposta fosse aceita.

O planejamento de trabalho, originalmente traçado para ser desenvolvido em uma escola pública e com alunos de uma mesma classe precisaria ser refeito, pois a partir desse re-direcionamento participariam das atividades cerca de oito internos, não necessariamente com a mesma formação escolar. Assim, tanto a proposta de trabalho em relação à matemática como as atividades com a Internet e com o Excel precisariam ser adaptadas em função do conhecimento dos participantes.

Enquanto aguardávamos a autorização da direção da FEBEM para a vinda desses menores para a Universidade e refazíamos a planificação de nossas atividades, fomos surpreendidos com uma fuga de dois internos participantes de um outro projeto, também desenvolvido na PUC-Campinas. Por causa desse incidente a direção da FEBEM suspendeu, provisoriamente, autorizações para programas externos e, conseqüentemente, uma nova alternativa precisou ser encontrada para a continuidade do projeto. A opção pelo trabalho com menores em regime de liberdade assistida, também proposta pela professora Rita Manjaterra Khater, foi a solução adotada. Por causa do atraso provocado pelas negociações com a FEBEM o início do trabalho foi prorrogado para agosto.

6.2.1 Os adolescentes do COMEC

O Centro de Orientação ao Adolescente de Campinas (COMEC), criado por iniciativa da Curadoria e do Juizado de Menores da cidade de Campinas é uma organização não-governamental, filantrópica e de utilidade pública que tem como objetivo principal contribuir na prevenção da delinqüência juvenil. Para atingir esse objetivo a entidade atua junto aos adolescentes e às suas famílias através de acompanhamento e de orientação. A conduta da entidade apóia-se nas diretrizes do Estatuto da Criança e do Adolescente (COMEC, 2003).

O COMEC desenvolve três programas de orientação, todos voltados para o resgate da cidadania: Educação Para e Pelo Trabalho (encaminha adolescentes carentes, estudantes, para o mercado formal de trabalho), Liberdade Assistida

(acompanha adolescentes sentenciados na medida sócio-educativa de liberdade acompanhada) e Apoio Sócio-familiar (acompanha o grupo familiar dos adolescentes dos dois grupos citados acima).

O adolescente incluso no regime de liberdade assistida encontra-se nessa condição por decisão da Justiça por causa de alguma infração que ele cometeu. Encontros semanais, individuais ou em grupos, reuniões mensais com os pais e atividades formativas como cursos profissionais ou de apoios escolares fazem parte da sua recuperação. Durante o período de atendimento são realizados contatos com o Juizado e segundo a evolução do adolescente é solicitado o término da medida de liberdade assistida. Como as características dos adolescentes do COMEC são similares às dos internos da FEBEM, o planejamento de trabalho não precisou ser refeito.

6.2.2 Os participantes do projeto

Além dos integrantes do projeto “Tributação e Imposto de Renda”, Marcos, Sérgio e Mário⁴, os estudantes Felipe, Thiago, Rogério e Mauro participaram de todas as atividades do projeto. Outros dois estudantes, Ivan e Tadeu participaram de algumas tarefas. Enquanto Sérgio responsabilizou-se por explorar o potencial da Internet e Marcos e Mário com o trabalho com o Excel, os demais participaram do trabalho pedagógico relacionado com aplicações matemáticas. Ressalto ainda que todos eles eram excelentes alunos, estando alguns entre os melhores da classe.

- Felipe, 20 anos, morava em Campinas e cursou tanto o ensino fundamental como o ensino médio em escola particular. A escola sempre incentivava seus alunos a realizar trabalhos em grupos e estudos externos, freqüentar bibliotecas, e participar de atividades culturais. Felipe sempre gostou de matemática e nunca teve dificuldade com a disciplina. Considerou sua participação no projeto uma experiência muito interessante e bastante gratificante.
- Thiago, 20 anos, morava em Capivari. Cursou o ensino fundamental em escola pública e o ensino médio em escola particular. Ambas as escolas incentivavam seus alunos a realizar trabalhos em grupos, participar de estudos externos,

⁴ Antonio Carlos não participou dessas atividades.

freqüentar bibliotecas e a utilizar o laboratório de informática. Ele sempre gostou de matemática e nunca teve dificuldade com a disciplina. Achou o projeto muito interessante pela oportunidade de ajudar quem estava precisando de ajuda.

- Rogério, dezessete anos, morava em Campinas e sempre estudou em escola particular. Seus pais tinham como hábito incentivá-lo a participar em atividades internas ou externas à escola e ele aprendeu a gostar disso. Rogério sempre gostou muito de matemática e decidiu participar do projeto porque sempre gostou de ensinar e de ajudar quem precisa.
- Mauro, vinte anos, morava em Campinas e sempre estudou em escola pública. Apesar de gostar de matemática, Mauro, no início do curso de Engenharia de Computação teve dificuldade com o conteúdo de Cálculo, mas com a ajuda do Felipe e do Rogério, conseguiu superá-las. Justamente por ter conseguido essa conquista (superar suas dificuldades), Mauro decidiu participar do projeto para ajudar alguém a entender um pouco mais a matemática.

Dos oito adolescentes indicados pelo COMEC para participar do projeto, apenas quatro compareceram às atividades. Thaís, dezesseis anos, era a única que freqüentava a escola regular, estando no momento do trabalho no primeiro ano do ensino médio. Os demais, Nelson, Cláudio e João tinham dezessete anos e pretendiam realizar o exame supletivo relativo ao ensino fundamental. As atividades foram acompanhadas pela estudante de Serviço Social, Kátia Regina Mendes, estagiária no COMEC.

6.2.3 O desenvolvimento das atividades

Programamos desenvolver as atividades em duas etapas, integradas entre elas. A primeira, relacionada com a Internet, foi organizada, coordenada e desenvolvida exclusivamente pelo Sérgio. A segunda, relacionada com as aplicações matemáticas, foi planejada por mim e coordenada e desenvolvida pelos demais integrantes do cenário.

6.2.3.1 As atividades com a Internet – a página do grupo COMEC

No primeiro encontro, cada um dos adolescentes criou o seu endereço eletrônico utilizando o *yahoo* como suporte. Em seguida, eles aprenderam a “navegar” na Internet, explorando o *Google* como *site* de busca. A foto 6-2 mostra o grupo reunido em uma das atividades no laboratório.



Foto 6-2: O grupo de participantes reunido no laboratório.

Nos encontros que se seguiram os adolescentes aprenderam conceitos sobre a linguagem HTML, utilizada por Sérgio para a construção de páginas. Depois, em conjunto com o aluno-instrutor iniciaram e concluíram a página do grupo. Esta página, cujo formato encontra-se na figura 6-2, teve como endereço provisório: www.geocities.com/colavirtual/mat/pagina. Após a conclusão do trabalho a página foi anexada aos endereços do COMEC (www.sites.mpc.com.br/comec) e ao desta pesquisa (<http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/otavio/>).

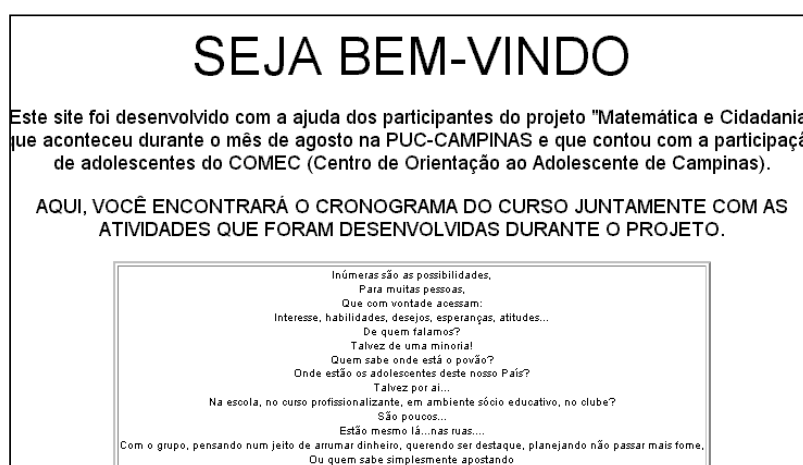


Figura 6-2: Página construída pelo grupo COMEC.

6.2.3.2 As atividades com a matemática

No planejamento das atividades relacionadas com as aplicações matemáticas preocupei-me em associar a matemática da investigação com a matemática escolar. Mesmo na situação imaginada no início do estudo, quando os protagonistas do trabalho pedagógico seriam alunos do ensino médio ou da oitava série do ensino fundamental, estava claro para mim que adaptações nessa associação precisariam ser feitas. Afinal, nesse trabalho, linguagens relacionadas com limites, continuidade de funções e derivadas não poderiam ser utilizadas. Essas adaptações foram feitas por mim pois meus alunos não estavam preparados para fazê-las.

A partir da mudança de ambiente, do trabalho com uma classe regular de estudantes de uma escola pública para um grupo de adolescentes do COMEC (ou mesmo para os internos da FEBEM), no planejamento das atividades o fator heterogeneidade entre os participantes precisou ser considerado. Em um extremo encontrava-se Thaís, aluna cursando o primeiro ano colegial e que demonstrava possuir um conhecimento matemático adequado para um trabalho com funções, gráficos e aplicações diversas. Numa situação diametralmente oposta encontravam-se os rapazes. João, apesar de não se sentir muito inseguro em relação à matemática, não estava estudando e pretendia ingressar em algum curso para fazer o supletivo. Nelson demonstrava não gostar muito de matemática, apesar de conseguir entender os conceitos e de ter achado bastante interessante a proposta de trabalhar apenas com problemas reais. Cláudio era o mais esforçado dos três, mas também tinha muita dificuldade, principalmente na compreensão de alguns algoritmos. Ambos, Nelson e Cláudio estavam fazendo cursinho para realizar o exame supletivo do ensino fundamental.

Por causa dessa heterogeneidade e de serem poucos os participantes optei pelo acompanhamento individual aos adolescentes. Para o trabalho, organizei um conjunto de cinco atividades, cada uma delas contendo problemas reais e possivelmente relacionados com o dia-a-dia dos adolescentes. Nessas atividades incluí questões que envolviam porcentagem, tópicos de estatística (para aproveitar o potencial do Excel), funções e gráficos. Os livros de Imenes e Lellis (1997) foram utilizados como referência. Esses problemas foram discutidos a priori com os

integrantes do cenário e algumas sugestões dadas por eles foram incorporadas ao trabalho. O conjunto de atividades compõe o apêndice G deste relatório e também está incluída na página elaborada pelo grupo COMEC.

A distribuição dos alunos para o acompanhamento do trabalho e para a ajuda quando necessária foi organizada pelos próprios integrantes do cenário. Essa distribuição está mostrada ao lado.

Adolescente	Apoio
Thaís	Thiago
Nelson	Felipe
Cláudio	Pedro e Mauro
João	Ivan, Tadeu e Felipe

O primeiro conjunto de atividades, composto de problemas relacionados com operações elementares e com aplicações simples de porcentagem foi facilmente resolvido por Thaís. Enquanto resolvia os problemas ela discutia com Thiago, não apenas os algoritmos, mas também as soluções encontradas. Em determinado momento, Thiago, que é um dos melhores alunos do curso de Cálculo, admirado com a rapidez de raciocínio demonstrada pela Thaís e da agilidade que ela possuía para realizar as operações, exclamou com alegria:

Professor, essa menina sabe muito de matemática. Ela faz todas as contas de cabeça e entende tudo muito rapidamente ...

Com a mesma desenvoltura, tanto na compreensão como na resolução, Thaís foi completando todas as tarefas programadas. Quando surgia alguma dúvida, ela discutia a questão com Thiago e, algumas vezes, comigo. Thaís foi a única adolescente que completou todas as atividades.

Mesmo compreendendo com facilidade a matemática, Thaís considerou importante, além de bastante interessante o trabalho com problemas reais e pertencentes ao seu dia-a-dia. A foto 6-3 mostra um dos momentos de trabalho entre Thaís e Thiago.



Foto 6-3: O envolvimento com os problemas matemáticos.

Também foram significativas para ela as contribuições da informática e a ajuda dos alunos do curso de Engenharia de Computação. Sobre o trabalho como um todo, Thaís assim se manifestou:

Achei super interessante o trabalho que realizamos e a experiência de trabalhar a matemática com questões reais e do cotidiano em relação a Matemática foi muito gratificante. Em todos os anos de escola eu nunca tinha passado por essa experiência. Gostei também do trabalho com informática, da integração entre a matemática e a computação e da experiência com a construção da página. Gostei das aulas com o Sérgio. Para mim, o Sérgio foi excelente. Na verdade todos foram ótimos.

A impressão de Thiago sobre a Thaís foi muito positiva. Para ele, Thaís possuía um bom potencial em relação à matemática e na sua opinião, ela deveria aprofundar mais seus estudos nessa área.

Se a tarefa de Thiago não foi difícil, o mesmo não se pode dizer dos outros integrantes. Nelson, na conversa que tivemos no início do trabalho disse que não gostava de matemática, pois não via aplicação naquilo que o professor ensinava. Ele disse também que a possibilidade de trabalhar com a Internet e com o computador foi o que mais pesou na sua decisão em participar do projeto.

No início das atividades percebi um certo desinteresse de Nelson pelos problemas matemáticos. Felipe teve a mesma impressão e para ele, esse desinteresse relacionava-se com o fato do adolescente não gostar de matemática e de estar acostumado a estudar a disciplina (quando o fazia) apenas por obrigação. O formato na resolução dos problemas também indicava uma certa displicência. Acrescento que no segundo dia de atividade com a matemática, Nelson não compareceu e este fato deixou-me um tanto apreensivo, pois imaginei que ele tivesse desistido do curso. Quando perguntei o motivo da ausência ele me disse que havia perdido o ônibus.

Entretanto, na medida que os exercícios eram resolvidos e com a ajuda bastante didática de Felipe, foi possível perceber uma mudança no comportamento do Nelson. O adolescente procurava discutir com o estudante de Computação tanto o significado do problema como o algoritmo para a sua resolução e, algumas vezes,

me mostrava o que tinha feito. No término dos trabalhos ele havia completado três atividades.

No encerramento Nelson fez diversos elogios à dedicação, ao interesse e à boa vontade do Felipe em ajudá-lo a compreender e a resolver os problemas. A foto 6-4 mostra a concentração de Nelson durante a resolução de um problema, acompanhado atentamente por Felipe.



Foto 6-4: O envolvimento com problemas matemáticos.

O trabalho desempenhado por João foi muito similar ao daquele desenvolvido por Nelson. Ele também não gostava de matemática, mas demonstrava ter menos resistência em aprender o que era ensinado do que o colega. João disse que teve muita dificuldade no início, mas depois, com a ajuda do pessoal, os problemas foram ficando mais fáceis de serem resolvidos. Ivan, Tadeu e Felipe se revezaram no acompanhamento do trabalho de João. Como Nelson, João também completou três atividades.

Na conversa que tivemos no encerramento do curso João disse ter gostado muito da ajuda que recebeu e destacou a paciência e a dedicação de todos, principalmente, do Felipe. O adolescente ficou admirado e até mesmo surpreso, com o fato de alguém dedicar seu tempo para ajudar outras pessoas.

Cláudio, diferentemente de Nelson e de João, desde o início demonstrou um interesse muito grande pelos problemas e por aprender matemática. Percebia-se que, para ele, aquele era um momento importante e que aquelas atividades poderiam ajudá-lo, tanto no curso supletivo como na sua formação em geral.

Entretanto, a dificuldade para a compreensão tanto do problema em si quanto dos algoritmos necessários para a sua resolução o impedia de avançar com rapidez. No primeiro dia de trabalho percebi que Rogério e Mauro esforçavam-se para tentar fazê-lo compreender o que estava sendo solicitado no problema. Em vários

momentos, ambos, didaticamente explicavam os significados e os procedimentos que deveriam ser adotados.

No final desse primeiro dia apenas algumas idéias e algumas operações realizadas e rascunhadas em folhas soltas indicavam os resultados do trabalho. Pedi ao Cláudio para refazer o trabalho em sua casa e me entregasse no próximo dia de aula. Ao trazer os exercícios refeitos ele me disse que tinha colocado todo mundo na casa dele para trabalhar em cima dos problemas e que todos haviam gostado da experiência. Essa atitude confirmou a minha impressão inicial sobre seu interesse em relação ao projeto.

Ressalto que foi notório o progresso demonstrado por Cláudio nas atividades que se seguiram. Esse avanço em relação à aprendizagem deve ser creditado à sua boa vontade e também ao esforço e à dedicação tanto do Rogério como do Mauro. Eles sentiram desde o início que além das explicações necessárias sobre algoritmos, o adolescente precisava de orientações que o ajudasse a compreender o problema.

Ambos, Rogério e Mauro haviam passado por experiência semelhante em outro projeto incluso no cenário “Matemática e Cidadania”, denominado “Solidariedade no curso de Cálculo”.⁵ Nesse projeto, o papel pedagógico desempenhado por Rogério (como também por Felipe) foi decisivo para que Mauro viesse a compreender o trabalho com funções e com derivadas. A partir dessa compreensão, a seqüência do curso de Cálculo tornou-se mais fácil para ele.

Acredito que essa experiência vivenciada por eles tenha contribuído para o desenvolvimento do trabalho com Cláudio. Como observador percebi nitidamente o interesse, a boa vontade e a paciência no ato de ensinar tanto de Rogério como de Mauro. Essa minha percepção foi comprovada por todos eles. Quando conversei com Cláudio sobre os resultados do trabalho, ele assim se manifestou:

Professor, o trabalho foi muito interessante e depois de um início difícil, as coisas foram se tornando mais fáceis. Tanto o Pedro como o Mauro me ajudaram bastante. Eles sabem explicar muito bem. O Pedro tem um jeito

⁵ Nesse projeto “Solidariedade no curso de Cálculo” alguns alunos que facilmente compreendiam os conceitos ensinados pelo professor ensinavam seus colegas de classe que se encontravam em situação oposta.

muito especial de ensinar e o Mauro tem muita paciência. O fato deles sempre estarem juntos comigo durante as aulas me ajudaram muito na resolução dos problemas.

Na entrevista com Rogério, ele se referiu aos resultados obtidos pelo Cláudio da seguinte forma:

Eu acho que ele tem um potencial grande. Acho que é só a prática que ele não tem. Ele tem capacidade para compreender e para assimilar os conceitos. Eu acho que só faltava mesmo a prática. A dificuldade é que ele não tinha o conhecimento para realizar a tarefa. Só isso, mas quando ele compreendia, ele conseguia fazer. E nesse período ele apresentou uma evolução muito boa.

Os sucessos obtidos por Cláudio, lentos no início dos trabalhos, eram comemorados pelos três e o clima de amizade entre eles destacou-se dos demais. A foto 6-5 mostra um instante de concentração durante uma das atividades.



Foto 6-5: O envolvimento com os problemas matemáticos.

6.2.4 A festa de encerramento

Para os adolescentes do COMEC esse programa desenvolvido com o apoio dos estudantes de computação, além de apressar o término da medida imposta pela Justiça, propiciou também a oportunidade para eles explorarem o potencial da Internet, aprenderem conceitos matemáticos e vivenciarem algumas aplicações matemáticas do dia-a-dia. Por outro lado, acredito igualmente que esse programa, ao mostrar que jovens quase da mesma faixa etária dos adolescentes tenham interesse em dedicar parte do seu tempo para ajudar a quem precisa de ajuda, possa ter contribuído para que esses adolescentes pudessem olhar a vida com mais otimismo e com mais esperança.

Para meus alunos, o significado do trabalho realizado pode ser expresso por suas falas:

[...] a experiência foi excelente e valeu a pena. Acho que é um dever que eu tenho de ajudar no que eu posso. Porque eu tive muitas oportunidades, mas outras pessoas não tiveram. (Sérgio)

[...] essa é uma oportunidade para ajudar o estudante a ter uma visão diferente da realidade e se constitui em uma das formas dele contribuir com a comunidade. (Rogério)

[...] é compensador para ambos, tanto para quem está aprendendo quando para quem está ensinando. Acho que como cidadão não há recompensa maior do que saber que você é útil para a sociedade, que você pode contribuir de alguma forma, por mais simples que seja essa contribuição. (Thiago)

Com a intenção de tornar o momento de entrega dos certificados um ambiente festivo, organizamos uma festa para marcar o encerramento do curso. Além dos participantes compareceram também a professora Rita, as assistentes sociais Silmara Cristina R. Quintana e Cristina Nascimento, a estagiária Kátia Regina Mendes, responsáveis pelo projeto junto ao COMEC e professores e alunos do Curso de Matemática.

Para o adolescente, o diploma conferia um atestado relacionado com a prática formativa, importante para a abertura das portas para a liberdade completa e, possivelmente, para o mercado de trabalho. Para o estudante universitário, um importante documento que comprovava o caráter solidário, voluntário, social e pedagógico da atividade desenvolvida. Os discursos dos representantes de ambos os grupos enaltecendo a importância do projeto, e a significativa presença da mãe de um dos adolescentes que, emocionada agradeceu a atenção e o apoio dado ao seu filho, mostraram o alcance social do trabalho realizado.

Encerro esta narração com duas fotos que considero representativas dos significados e dos alcances do trabalho. A primeira, foto 6-6, simboliza o alcance do trabalho realizado e nela, os alunos do Curso de Engenharia de Computação e integrantes do cenário “Matemática e Cidadania” mostram os certificados recebidos.



Foto 6-6: Integrantes do cenário recebendo seus certificados de participação.

A segunda, foto 6-7, registra um momento inverso onde os adolescentes do COMEC, tendo incorporado o espírito de solidariedade dos alunos do curso de Engenharia de Computação, realizaram, através da informática, um trabalho assistencial de apoio a um grupo de portadores de deficiência física. Esse trabalho foi realizado no sábado que se seguiu à festa de encerramento, no CIAD (Centro Interdisciplinar de Apoio ao Deficiente), da PUC-Campinas.



Foto 6-7: Adolescentes do COMEC em atividade de apoio aos deficientes do CIAD.

A seguir, no capítulo sete analiso os dados obtidos e faço algumas interpretações sobre o trabalho realizado.

7. ANÁLISE E INTERPRETAÇÕES

“Entre os seres humanos não há absolutização da ignorância nem do saber. Ninguém sabe tudo: ninguém ignora tudo”

Paulo Freire (1982, p. 21)

Nos três capítulos anteriores procurei descrever os cenários para investigação centrados na modelagem e construídos ao longo de dois semestres consecutivos. Quando a modelagem é proposta como estratégia de ensino e de aprendizagem, a maioria dos pesquisadores enfatiza construções de modelos e aplicações da matemática em situações do dia-a-dia. Como esses autores, também tenho essa preocupação e em todos os cenários procurei destacar não apenas esses dois pontos, mas, igualmente, as simulações realizadas e as investigações relacionadas com os temas de trabalho. A análise da aplicação da modelagem e da relação entre a matemática inclusa no processo da modelagem com o conteúdo curricular foi realizada concomitantemente com as narrativas sobre os acontecimentos nos respectivos cenários, nos capítulos a eles destinados. O mesmo procedimento foi adotado em relação à presença da tecnologia.

Agora, com meu olhar voltado para as possibilidades políticas e sociais decorrentes da aplicação da modelagem matemática no contexto dos cenários construídos, retomo esses ambientes. Como exposto no capítulo um, vejo essas possibilidades como reflexões decorrentes da aplicação pedagógica da modelagem, que se identificam com questionamentos, críticas, ações e transformações.

Início o capítulo analisando os dados obtidos nos três cenários construídos. Em seguida, baseio-me no trabalho de Eva Jablonka (2003), apresentado no artigo *Mathematical Literacy* e incluso no *Second International Handbook of Mathematics Education*, e nos estudos de Freire (1974, 1978, 1982, 2003), Skovsmose (1994; 1996; 2000; 2001a), D'Ambrosio (2001), Ponte (2002) e Frankenstein (1989), para justificar a inserção dessas possibilidades sociais e políticas como um componente de literacia matemática.

7.1. As possibilidades políticas e sociais no contexto dos cenários para investigação

Exposições e discussões sobre o ambiente pedagógico imaginado precedem sua composição. Nelas, apresentamos a proposta de trabalho para os alunos e, ao fazê-lo, procuramos criar ambientes descontraídos, sinceros, democráticos e isentos de qualquer estrutura de poder ou de persuasão para que o estudante, ao aceitar o convite para participar do cenário, faça-o consciente do que vai ser realizado, tanto em relação à matemática, quanto em relação às atividades que fogem ao cotidiano das aulas.

Essas exposições, entretanto, mesmo sendo bem organizadas, são explanações conduzidas pelo professor, normalmente no primeiro dia de aula, em classes geralmente numerosas e ainda sem muito espaço para diálogos. Como consequência, nem sempre se consegue criar esse clima desejável para que a tomada de decisão do aluno seja consciente e resultante de sua concordância com a proposta apresentada. Corremos riscos, e Skovsmose (2000) alerta para cuidados que precisam ser tomados na organização dos cenários para investigação para que a aceitação do estudante seja espontânea e resultante da sua total concordância com a proposta de trabalho, além de isenta de qualquer sentimento de obrigação - ou de interesse por avaliação. É preciso evitar que esse convite seja interpretado como uma ordem do professor.

Início com essas considerações porque percebi nos encontros iniciais com os estudantes participantes dos cenários que eles, em maior ou em menor intensidade, encontravam-se incertos e inseguros tanto em relação ao trabalho que seria desenvolvido quanto em relação às decisões que eles haviam tomado. Percebi também que os estudantes não tinham, naquele momento, nenhuma idéia do alcance do trabalho, nem em relação à sua profundidade, nem em relação ao tempo que seria necessário para a sua realização.

Os alunos do curso de Matemática (cenário “Eleições Presidenciais”), por exemplo, haviam aceitado participar do cenário por causa de seus interesses em questões políticas e eleitorais. Quando perguntei o que significava trabalhar numa pesquisa sobre intenção de votos eles responderam que imaginavam que a tarefa

consistia em entrevistar seus colegas e perguntar em quem eles iriam votar. Depois, deveriam colocar as respostas no computador e obter os resultados finais. Eles disseram que não sabiam que seria preciso estudar conceitos estatísticos¹, relacionar esses estudos com o Cálculo, investigar sobre o assunto e debater os resultados obtidos.

Os estudantes de Engenharia de Computação participaram dos cenários não apenas pelo seu interesse nos projetos propostos, mas também pelas possibilidades do envolvimento entre o conteúdo estatístico/matemático e situações reais. Acredito que esses estudantes tenham tido um entendimento mais preciso da proposta de trabalho do que seus colegas do curso de Matemática e associe essa melhor compreensão ao fato de eles terem sido meus alunos em semestres anteriores (e por isso já conheciam a minha conduta enquanto professor) ou até mesmo porque o clima construído na sala de aula tenha sido mais favorável e as explicações mais esclarecedoras. Tive o mesmo sentimento em relação aos estudantes do cenário “Matemática e Cidadania”, porém credito esse melhor entendimento ao fato desse ambiente ter sido construído no semestre seguinte, contando com a experiência dos trabalhos anteriores e com o conhecimento dos resultados dos projetos, divulgados tanto na sala de aula como através das respectivas páginas na Internet.

As conversas com os sujeitos deste estudo confirmaram que os estudantes envolvem-se com projetos de modelagem, principalmente pelos seus interesses nos temas propostos e pelas possibilidades de aplicar a matemática curricular em situações da realidade. Essas razões são apontadas pela maioria dos autores considerados no capítulo 1 (BIEMBENGUT e HEIN, 2000; BASSANEZI, 2002; BORBA, MENEGHETTI e HERMINI, 1997; MONTEIRO e POMPEU JR. 2001; SKOVSMOSE, 2000, 2001a; BARBOSA, 2001).

Essas conversas, aliadas à experiência com a organização de três cenários mostraram também que, nos momentos iniciais do trabalho, o professor precisa tomar algumas atitudes para de um lado tentar impedir que a insegurança, incertezas e inquietações dos alunos sobre os horizontes do estudo conduzam a desistências precoces e também para, de outro lado, transformar esse interesse nos

¹ Os alunos não estavam cursando Estatística naquele semestre porque se encontravam no primeiro ano, e, na grade curricular da Faculdade de Matemática, essa disciplina é oferecida no ano seguinte.

temas e o desejo por descobertas em motivações para a continuidade do projeto e em razões e em justificativas tanto para a necessidade de problematizações, investigações e reflexões como para a associação entre o conteúdo do projeto e a matemática curricular.

Essas atitudes têm a ver com constantes e francos diálogos entre os atores – educando e educando e educador e educando –, como proposto por Paulo Freire (1978; 1982), através dos quais interesses, conhecimentos e experiências dos alunos e do professor são considerados não apenas com a intenção de alcançar essas transformações, mas também de construir um ambiente de confiança mútua e de responsabilidade, no qual estudantes e professor definem estratégias de ação e constroem juntos os caminhos a serem percorridos. Diferentemente do que ocorre nas explanações iniciais, nesse momento, o número reduzido de participantes do cenário favorece diálogos e debates.

Como explicado na metodologia da pesquisa, na análise dos dados relacionados com os cenários agrupei os ambientes de acordo com os cursos em que eles foram construídos.

7.1.1. Os cenários construídos com os alunos de Engenharia de Computação

Como analisado nos capítulos cinco e seis, os trabalhos desenvolvidos pelos estudantes de Engenharia de Computação tiveram como eixos centrais os temas Orçamento Participativo e Tributação e Imposto de Renda. As principais reflexões decorrentes das investigações realizadas em ambos os trabalhos têm a ver com a associação da investigação com a democracia. Skovsmose (2001a) aborda a democracia no âmbito da Educação Matemática Crítica e, para o autor, a democracia em uma sociedade não pode ser vista apenas como um conjunto de procedimentos a serem adotados para garantir a livre escolha dos governantes e caracterizado por algoritmos relacionados com sistemas de votação ou direcionados para a definição de representatividade política². A democracia, de acordo com

² Borba e Skovsmose (2001a) discutem, no o bojo da ideologia da certeza, a questão da representatividade política de membros do Congresso, realizada através de quesitos matemáticos relacionados com proporcionalidade populacional de cada estado ou mesmo por proposições baseadas exclusivamente na “objetividade matemática”.

Skovsmose (2001a) deve ser pensada, “principalmente” como um conjunto de ações que se caracterizam pelo ato de governar democraticamente e que passa pelo envolvimento das pessoas com discussões, críticas e decisões sobre pontos que são do seu interesse e da sociedade. Skovsmose vê essa possibilidade e essa habilidade da participação dos cidadãos no ato de governar como a concretização de uma “vida democrática” (2001a, p. 70).

Os integrantes do cenário “Estresse e Democracia”, paralelamente à aprendizagem do conteúdo estatístico, envolveram-se em discussões políticas e de cidadania sobre participação democrática da população em decisões relacionadas com assuntos que dizem respeito aos interesses e às aspirações da comunidade. Esse envolvimento ocorreu mais intensamente quando eles investigaram o processo de composição de orçamento baseado na participação dos munícipes, através dos fóruns de representantes, das assembleias temáticas e populares e do Conselho Municipal e, principalmente, quando refletiram sobre a adoção desse procedimento como estratégia de ação política para a definição de prioridades de aplicação dos recursos públicos.

A compreensão do sistema orçamentário municipal (características, especificidades, legislações, etc.), a descoberta de relevantes informações sobre o orçamento municipal de Campinas (receitas, despesas, dívidas, etc.) e a pesquisa sobre o tema, aplicada pelo grupo junto aos seus colegas universitários, também podem ser vistas como importantes resultados do trabalho realizado.

Essa pesquisa sobre o tema possibilitou, de um lado, evidenciar o potencial da tecnologia informática no trabalho com a estatística descritiva, quer na coleta e no armazenamento de dados, quer na apresentação de resultados. De outro lado, ela mostrou que importantes questões municipais, próximas dos estudantes, e que deveriam ser do seu interesse são, em geral, desconhecidas por eles. A síntese do trabalho do grupo, divulgada na página OP e por mim na sala de aula (lembro que o grupo não se sentiu à vontade para apresentar para seus colegas os resultados do projeto) contribuiu, de certa forma, para a divulgação dessas informações.

No que diz respeito ao projeto Tributação e Imposto de Renda, além das descobertas específicas sobre o tema, ressaltou as discussões matemáticas

relacionadas com os modelos construídos, as simulações e seus resultados e as reflexões decorrentes do trabalho realizado. Dentre essas reflexões destaco: as críticas sobre possíveis injustiças existentes no atual modelo brasileiro de cobrança do imposto de renda (que é composto por apenas duas faixas para tributação); as discussões decorrentes tanto dessas críticas como das simulações realizadas a respeito da necessidade de estudos sobre a viabilidade de alíquotas superiores a 27,5% (para que rendimentos maiores possam ser taxados com porcentagens também maiores); as preocupações com a desigual distribuição de renda no país; as discussões sobre a relação entre tributo e cidadania, caracterizada pela percepção da trilogia Estado/Governo, cidadão/democracia e tributos/impostos; a necessidade do envolvimento de toda a sociedade no combate à sonegação, à corrupção e à impunidade.

A partir do seu envolvimento nessas questões, o estudante interessou-se também pela discussão de outros pontos, igualmente relacionados com a democracia e que extrapolam os procedimentos formais para a escolha de um governo, a proporcionalidade democrática nas diversas instâncias políticas e a questão da participação e do envolvimento da população na ação de governabilidade. Esses pontos são também abordados por Skovsmose (2001a, p. 69) e têm a ver com o acesso democrático de toda a população aos serviços sociais, públicos e de qualidade, tais como saúde, educação, moradia e trabalho; a garantia de igualdade de direitos, deveres e oportunidades para todos os membros da sociedade, sem que haja qualquer tipo de discriminação em relação à posição social, nível de escolaridade, sexo ou raça; e as condições mínimas de sobrevivência para todos os cidadãos, asseguradas pelo Estado, a partir da implantação de um imposto de renda inverso ou de um sistema de renda mínima.

Ao debaterem essas questões, os estudantes mostraram que, além da competência para construir modelos e aplicar a matemática, estavam igualmente preparados para refletir sobre suas descobertas, principalmente sobre como elas se relacionam com a sociedade, para perceber a matemática como um instrumento de análise das características críticas de relevância social e para exercer uma cidadania crítica que, como diz Skovsmose (2001a), deve ser um dos principais objetivos da

educação. Reflexões desta natureza encontram-se presentes na educação matemática crítica (SKOVSMOSE, 1996, 2001a).

Com essas discussões tributárias, sociais, de cidadania e de democracia, propiciadas pelos resultados obtidos com a aplicação da modelagem matemática, introduzimos o componente político-reflexivo nesses cenários para investigação. Através dos trabalhos pedagógicos, comunitários e voluntários, realizados pelos futuros engenheiros com alunos da 8ª série da escola municipal Dr. João Alves dos Santos e com adolescentes do Centro de Orientação ao Menor de Campinas (COMEC), realçamos e reforçamos tal componente.

A expansão das atividades de cada cenário para além dos limites da sala de aula possibilitou a integração, em um mesmo espaço, de jovens com acentuados contrastes entre eles. De um lado, os estudantes de Engenharia de Computação, com idades entre 18 e 20 anos, provenientes de famílias de classe média, freqüentadores de boas escolas e possuidores de formação escolar bastante adequada, mormente em matemática. Do outro lado, adolescentes de famílias de baixa renda, vários deles com pais desempregados, alguns sendo filhos de mães solteiras, moradores da periferia de Campinas, muitos precisando dedicar boa parte de seu dia ao trabalho, alguns com deficiências em sua formação escolar, principalmente em relação à aprendizagem de matemática. Acrescenta-se, no caso dos adolescentes do COMEC, o seu envolvimento com infrações à lei. Na organização dos trabalhos buscamos este contraste, pois, como Skovsmose (2001a) e Freire (1978; 1982), acreditamos que, para ser crítica, a educação deve reagir às contradições sociais.

Esses adolescentes, tanto os da escola municipal como os do COMEC, cujos modelos escolares assemelhavam-se ao já comentado paradigma do exercício, quando participaram dos cenários puderam conviver com situações matemáticas práticas, diretamente relacionadas com seu cotidiano. Eles, com o apoio dos estudantes universitários, tiveram a oportunidade de vivenciar o que D'Ambrósio chama de "matemática viva" (1991, p. 81).

A participação no cenário de cada um dos grupos de jovens se dava por uma razão específica. Para o adolescente do COMEC essa participação tinha como

objetivo o seu envolvimento em um programa de recuperação e de inserção social, desenvolvido através de atividades relacionadas com a Internet e com aplicações matemáticas. Como consequência de sua participação, o diploma a ser recebido no final da prática formativa contribuiria para a abertura das portas para a liberdade completa e, possivelmente, para as do mercado de trabalho. Para o estudante da escola pública a participação no cenário significava aprofundar seu conhecimento matemático, receber treinamento sobre a aplicação do Excel e envolver-se em debates sobre assuntos pertinentes e que fazem parte do seu dia-a-dia.

O estudante de Engenharia de Computação, ao participar do cenário, buscava concomitantemente obter significados para o seu aprendizado matemático ou estatístico, compartilhar com a comunidade os resultados do seu trabalho e ajudar, através da matemática e da informática, adolescentes, quase da sua idade, mas com caminhos e oportunidades diferentes do seu.

Esse estudante, ao dedicar parte do seu tempo nesse compartilhamento ou no trabalho voluntário, fazia-o com a convicção de que estava sendo útil para a sociedade e contribuindo com alguém que, diferentemente dele, nem sempre gostava de matemática e por isso (ou como decorrência disso) muitas vezes não compreendia seus conceitos e nem seus algoritmos. Inúmeras vezes, no trabalho com os adolescentes do COMEC percebemos largos sorrisos estampados nos rostos desses futuros engenheiros, quando, depois de repetidas explicações viam o problema ser compreendido e resolvido pelo adolescente.

Para Machado (2000), dentre as funções da Educação a que parece mais adequada é a que conduz para a formação do cidadão e para a construção da cidadania. Concordo com Machado e destaco a contribuição deste trabalho educacional para a construção da cidadania dos integrantes de ambos os cenários. Foi possível constatar também que o estudante universitário tem, muitas vezes, interesse em participar de atividades voluntárias para poder combinar interesses pessoais (relacionados com a sua formação) e sociais, mas ele não sabe como fazê-lo. Os projetos organizados na aula de matemática, coordenados pelo professor e que oferecem ao estudante a oportunidade de sair da Escola e dirigir-se à comunidade, podem transformar-se em alternativas para essa participação. A

manifestação de um dos integrantes do cenário ilustra essa constatação: “Sempre tive vontade de participar de projetos voluntários, mas não sabia como agir [...]. Para mim esse trabalho teve uma importância muito grande, pois além de outras contribuições pude claramente exercer minha cidadania, fazer algo, a partir do que sei, para contribuir com a sociedade”.

Apesar de o adolescente em liberdade assistida não ter sido o sujeito desta pesquisa, ressalto que sua participação no cenário contribuiu para a conscientização do seu papel como cidadão, e destaque, como resultado dessa conscientização, o trabalho social relacionado com a Informática que foi realizado por esses adolescentes com deficientes físicos do Centro de Apoio ao Deficiente da Universidade, logo após o encerramento do projeto.

7.1.2. O cenário construído no curso de Licenciatura em Matemática

Apesar de suas incertezas iniciais, os futuros professores de Matemática estavam bastante interessados em discussões que pudessem contribuir para o debate eleitoral daquele ano de 2002 e bem informados em relação às questões sociais e políticas do nosso país. Na reunião que realizamos com os atores de todos os cenários, os alunos de Matemática apresentaram várias informações sobre a política brasileira que eram resultados das suas investigações e das nossas discussões em diversos momentos que precederam aquele encontro. Sílvio, por exemplo, disse que gostava de discutir política e sempre o fazia no trajeto da Universidade para sua casa. Ele tinha visto a publicação do resultado de uma pesquisa na Internet que mostrava que apenas 3% dos eleitores eram universitários e ele achava que mesmo sendo baixa essa proporção, era importante realizar pesquisas exclusivas com esses estudantes para saber o que eles pensavam sobre as eleições presidenciais daquele ano. André comentou que, enquanto os meios de comunicação discutiam bastante o momento eleitoral, parecia que essa discussão estava ausente da Universidade e ele esperava que essa pesquisa, que eles iriam realizar, pudesse mexer com a comunidade. Este desinteresse pela eleição era também sentido por mim e por alguns outros professores de Estatística quando discutíamos essas questões em nossas aulas.

Ressalto que promovi essa reunião porque, naquele momento, estava interessado em analisar possíveis integrações entre os atores participantes dos diversos cenários. Acreditava que eles poderiam trocar informações, relatar experiências e ajudar uns aos outros. Abandonei essa intenção ao perceber que essas integrações – diferentemente do que ocorria entre os participantes de cada cenário – somente se dariam se fossem organizadas e conduzidas pelo professor e não por iniciativa dos estudantes. Cito o processo de coleta e de digitação dos dados, comentado no capítulo quatro, como momentos de integração, porém é bom ressaltar que tal processo foi proposto, organizado e conduzido por mim.

Acredito que a compreensão *a priori* do que está sendo investigado tenha relação com a percepção dos estudantes sobre a importância da presença de especialistas, conhecedores do tema, para o desenvolvimento do seu trabalho. Recordo que, como exposto na metodologia da pesquisa, propus essa presença porque os temas de trabalho envolvem aspectos e conceitos que extrapolam questões matemáticas e que nem sempre são do conhecimento do professor e dos alunos. Talvez por estarem bastante envolvidos com os problemas políticos e sociais do nosso país, André e Sílvio, mesmo reconhecendo a importância desses colaboradores (principalmente por causa de suas formações em sociologia e em política) disseram que o trabalho poderia ter sido realizado também sem a participação dos especialistas, contando apenas com nossos conhecimentos, nossos sentimentos, nossas opiniões e nossas visões sobre o mundo político e social em que vivemos. Para Sílvio, os estudantes de Matemática são todos críticos, gostam de política e, muito possivelmente, teriam chegado a resultados semelhantes. Essa opinião sobre a presença do especialista não é compartilhada pelos integrantes dos outros cenários considerados neste estudo.

Apesar de concordar com essa possibilidade penso que, se tivesse sido esse o procedimento, os resultados obtidos não teriam tido a mesma profundidade e dificilmente teriam alcançado a mesma repercussão, quer através do debate realizado, quer através das divulgações na revista Antena e na TV PUC.

André e Sílvio, apesar de considerarem importantes os trabalhos interdisciplinares, criticaram o fato de a análise de dados ter sido realizada

prioritariamente por professores e estudantes do curso de Ciências Sociais. Eles, que tinham participado ativamente do planejamento da pesquisa, da coleta e da tabulação dos dados e da geração dos relatórios estatísticos achavam que deveriam ter tido uma presença mais significativa no processo de análise (como, aliás, os estudantes de Ciências Sociais deveriam ter atuado, igualmente, na coleta de dados). Em suas justificativas Sílvia ponderou que, além do seu conhecimento sobre o tema, ele tinha outras informações sobre o pensamento político dos estudantes da Universidade que poderiam ter sido úteis nas interpretações. Essas informações tinham sido obtidas tanto no processo de coleta de dados como em conversas informais (com colegas de classe, no ônibus quando se dirigiam para a escola ou mesmo durante as próprias entrevistas).

Essa pertinente crítica dos estudantes levou-me a refletir sobre a minha própria conduta, pois não percebi *a priori* nem que uma participação mais ativa no processo de análise de dados seria muito importante para os alunos de Matemática, nem que eles poderiam sentir-se de certa forma desprestigiados em um momento que, como disse Sílvia, “era o melhor da festa”. Justifico esse meu comportamento, apesar de também criticá-lo, como decorrente da importância que dei à participação do especialista e, particularmente neste caso, à realização de um trabalho interdisciplinar envolvendo alunos de Ciências Sociais.

Para os estudantes, naquele momento ocorreu uma mudança na minha conduta já que, contrariamente às atitudes até então adotadas, não os chamei para discutir sobre procedimentos. Considero esse posicionamento dos alunos como uma atitude crítica assumida por eles, tanto em relação à minha postura – que de certa forma contradizia muito do que eu havia falado anteriormente – quanto em relação ao próprio desenvolvimento do trabalho.

Entretanto, esse questionamento foi feito apenas no final, por ocasião das entrevistas que realizamos. Acredito, por um lado, que a relação tradicional professor-aluno, vivenciada pelos universitários no período escolar precedente tenha influenciado bastante na aceitação “natural” da minha posição, no momento em que realizávamos o trabalho. Por outro lado, é preciso considerar também a possibilidade de que possa ter sido mais cômodo e mais confortável para os estudantes, deixar,

naquele momento, as coisas como estavam, já que eles tinham trabalhado bastante no projeto, eram responsáveis pelas informações disponíveis para o debate e muitas tarefas escolares estavam acumuladas, justamente por causa desse seu envolvimento na pesquisa realizada. Afinal, eles queriam concluir o trabalho o mais rápido possível.

Ao analisar a importância do debate político “Brasil: agora é decisão, a PUC-Campinas na eleição” na formação do estudante, relembro que esse evento não fazia parte do planejamento inicial do projeto e que a idéia para sua realização surgiu a partir das discussões ocorridas dentro do próprio cenário, tendo o professor Pedro Lemos como seu proponente. Até então, todos os procedimentos estavam ocorrendo dentro do que havia sido planejado. Além disso, concordamos com a realização do debate sem ter uma idéia precisa, nem do seu alcance, nem do conteúdo matemático (no caso estatístico) que seria necessário.

Skovsmose, numa referência ao trabalho com modelagem nos cenários para investigação diz que “quando os alunos estão explorando o cenário, o professor não pode prever que questões vão aparecer” (2000, p. 86). E o autor complementa dizendo que o professor, ao enfrentar desafios inerentes aos cenários para investigação deixa o conforto das situações previsíveis caracterizadas pelo paradigma do exercício e ingressa em uma zona de risco. Um cenário para investigação é, portanto, uma zona de risco, na qual o professor, ao nela ingressar não o faz sozinho. Ele traz consigo seus alunos e estes se tornam co-responsáveis tanto pelas decisões como pela condução dos trabalhos, muito embora seja utópico esperar que essa co-responsabilidade seja distribuída igualmente entre o professor e os alunos. A extensão do risco depende do horizonte do cenário.

Ingressamos na zona de risco quando aceitamos o debate, e vejo a participação dos alunos nessa decisão e nos procedimentos para garantir a sua realização como importante passo na direção do seu amadurecimento acadêmico e do seu crescimento pessoal. Nesses procedimentos incluo, de um lado, os esforços para que o apertado cronograma pudesse ser cumprido e os relatórios estatísticos pudessem ser gerados em tempo hábil. De outro lado, incluo neles as discussões sobre os resultados das investigações realizadas, tanto as relacionadas com a

matemática e com a estatística (principalmente as que diziam respeito às questões amostrais como margem de erro, nível de confiança e número de sujeitos na amostra) quanto àquelas que envolviam os aspectos políticos, sociais e econômicos intrínsecos ao tema. Esses alunos, além de se envolverem no debate, assumiram compromissos e responsabilidades e, para cumpri-los, precisaram muitas vezes deixar de lado outros afazeres escolares e até mesmo particulares.

Considero a participação dos estudantes nas explicações para os órgãos de imprensa da Universidade sobre os significados do trabalho realizado e no debate em si e, neste, quer pelos subsídios estatísticos utilizados pelos debatedores, quer por suas próprias apresentações, como importante contribuição para o seu amadurecimento acadêmico e para seu crescimento pessoal. Os estudantes, ao concederem entrevistas e ao participarem do debate se expuseram falando sobre seu aprendizado e sobre os resultados obtidos, para, no final sentirem-se gratificados ao verem seu trabalho debatido e comentado. Os resultados do projeto realizado com base nos dados coletados na Universidade e obtidos a partir das técnicas estatísticas e computacionais aprendidas na sala de aula puderam, assim, ser divulgados para a comunidade acadêmica. Afinal, como disse André, “os dados voltaram para o meio de onde eles foram coletados [...]. A informação não ficou restrita apenas a quem a obteve, pois ela foi mostrada para toda a Universidade”.

A relatividade da democracia, mesmo em países eleitoralmente democráticos, veio à tona a partir das discussões sobre a participação da imprensa no debate eleitoral – nem sempre imparcial e isenta de interesses – e sobre a possibilidade de tendências de favorecimentos em pesquisas amostrais. Essas discussões ocorreram tanto nos encontros entre os participantes do cenário³ como no debate na Universidade, quando alguns presentes fizeram vários questionamentos tanto sobre a legitimidade dos resultados relacionados com pesquisas eleitorais quanto sobre os interesses dos órgãos de imprensa ao divulgar e comentar esses resultados.

³ Lembro, como exemplos, a questão da eleição para o governo do Estado de São Paulo no ano de 1998, (p. 105), o artigo de Renata Lo Prete (2002), articulista do Jornal Folha de São Paulo, sobre as pesquisas eleitorais (p. 105), e o questionamento feito pelo professor Marcelo Tragtemberg na revista Boletim (p. 106), todos destacados no capítulo quatro.

Por fim, abordo a importância de trabalhos que tenham como intenção a proposição de práticas pedagógicas inovadoras em cursos de formação de professores. De um modo geral os novos educadores tendem a ensinar do mesmo modo que eles aprenderam com seus professores (DIETZ, 1993). Portanto, como esses estudantes durante seus anos escolares precedentes conviveram com aulas baseadas exclusivamente no paradigma do exercício, é de se esperar que eles, ao assumirem a docência embasar-se-ão nesse modelo pedagógico até encontrarem caminhos diferentes (isso se o conseguirem). Deste modo, modificações de práticas e de condutas docentes em cursos de formação de professores podem provocar efeitos multiplicadores no processo de ensino e de aprendizagem.

Quando propus os cenários para investigação no curso de Licenciatura em Matemática também tinha como intenção apresentar aos futuros professores um novo modelo pedagógico, centrado em projetos de modelagem, apoiado pela tecnologia e baseado em questionamentos, investigações, críticas, posicionamentos e atuações políticas na sala de aula. Com o trabalho desenvolvido, acredito ter conseguido mostrar uma nova proposta para as aulas de matemática, muito embora tenha igualmente ficado evidente que modelos pedagógicos que se diferenciam do paradigma do exercício, mormente aqueles que se relacionam com atividades externas à sala de aula, exigem muita dedicação por parte do professor⁴. Como consequência, modelos como estes, que necessitam de um amplo envolvimento do professor, não são fáceis de serem implementados, principalmente quando, para sua sobrevivência, o professor precisa assumir muitas aulas, na maioria das vezes em escolas e em contextos diferentes.

Para os participantes do cenário foram notórios o meu envolvimento com o trabalho e o tempo por mim dedicado para a sua realização. Como disse Joel, na entrevista, "... o professor tem que ter muita disponibilidade (para o trabalho). Qualquer hora que a gente precisa dele, basta ligar ou mandar um e-mail dizendo que está com uma dúvida e ele está disponível para atender. Dá um trabalhão e

⁴ Após a apresentação do trabalho para seus colegas de classe, perguntamos a todos os futuros professores de Matemática se eles, ao ingressarem no magistério pretendiam adotar algum procedimento semelhante ao que realizamos. Cerca de 90% dos respondentes disseram que sim, apesar de considerarem mais simples e menos trabalhoso o modelo pedagógico centrado no paradigma do exercício.

tanto para o professor. Acho que dá mais trabalho para o professor do que para o próprio aluno”.

7.2. As possibilidades políticas e sociais como um componente de literacia matemática

O termo literacia, como tradução de *literacy* diz respeito à habilidade para ler e para escrever⁵. Nos dias atuais, principalmente em sociedades com forte presença da matemática e da tecnologia esse conceito é ampliado para incluir também habilidades para lidar com números e informações quantitativas (JABLONKA, 2003; PONTE, 2002), e com a tecnologia (D'AMBROSIO, 2001; SKOVSMOSE, 2001a; LÉVY, 2000). Essa ampliação de habilidades é responsável pelo surgimento de neologismos como *numeracy* ou *mathematical literacy* (termos utilizados inicialmente com o mesmo significado), *technological literacy* e *scientific literacy*, traduzidos respectivamente por numeracia ou literacia matemática, literacia tecnológica e literacia científica⁶.

Em relação à numeracia, preliminarmente o seu conceito deve ser associado ao uso de números e às habilidades para cálculos básicos, aplicações de técnicas matemáticas, resoluções de problemas do cotidiano e interpretações de informações numéricas/estatísticas. Definições de numeracia comumente incluem “senso de número” e “senso de símbolo” que garantem um papel de mediação entre as representações simbólicas (numéricas ou algébricas) e suas interpretações. O senso de número refere-se aos aspectos informais do pensamento quantitativo, tais como a percepção e a compreensão de quantidades inclusas em situações específicas, o bom senso no emprego de números como medidas e as habilidades para realizar aproximações de razoáveis ordens de magnitudes. O senso de símbolo corresponde à habilidade em utilizar e interpretar expressões algébricas (JABLONKA, 2003, p. 77).

A ampliação dessa conceituação de numeracia para incorporar outros componentes relacionados com a Educação Matemática é defendida por vários

⁵ Conforme tradução encontrada em Oxford Advanced Learner'S Dictionary (1989).

⁶ Os termos literacia e numeracia não são encontrados em dicionários de língua portuguesa. Entretanto, adoto essas traduções pois eles são utilizados por importantes pesquisadores em Educação Matemática, dentre os quais destaco Skovsmose (2000a), D'Ambrósio (2001) e Ponte (2002).

autores. D'Ambrósio (2001a), por exemplo, ao focar a organização do conhecimento e de comportamentos, necessários para a cidadania plena na transição do século XX para o século XXI, principalmente em sociedades modernas dominadas pela tecnologia, diz que a alfabetização e a contagem, embora necessárias, são insuficientes para o pleno exercício dessa cidadania. Com o olhar nessa transição e com a preocupação centrada na formação do estudante-cidadão, D'Ambrósio (2001a) propõe a organização das estratégias de ensino baseadas na integração entre a literacia (em seu sentido estrito), a literacia matemática e a literacia tecnológica, essas últimas redenominadas pelo autor como *materacia* e *tecnoracia*, respectivamente.

Para D'Ambrósio (2001a, p. 66), nessa integração esses conceitos são ampliados para:

Literacia: a capacidade de processar informação escrita e falada, o que inclui leitura, escritura, cálculo, diálogo, [...], mídia, Internet na vida cotidiana (Instrumentos Comunicativos).

Materacia: a capacidade de interpretar e analisar sinais e códigos, de propor e utilizar modelos e simulações na vida cotidiana, de elaborar abstrações sobre representações do real (Instrumentos Analíticos).

Tecnoracia: a capacidade de usar e combinar instrumentos, simples ou complexos, [...], avaliando suas possibilidades e suas limitações e a sua adequação a necessidades e situações diversas (Instrumentos Materiais).

No currículo escolar, *numeracia* e *matemática* podem ser vistos como domínios complementares, diferentes, embora ligados entre si. De um lado, a *matemática* escolar é mais abstrata e tem como objetivo uma formação cultural básica e uma capacidade para compreender e lidar com conceitos e modelos usados em diversas áreas do conhecimento. Do outro lado, a *numeracia* é uma competência interdisciplinar que tem de ser trabalhada por todas as disciplinas que utilizam informação numérica e outros conceitos matemáticos, e diz respeito ao uso de noções matemáticas pouco sofisticadas em contextos reais (PONTE, 2002, p.3). Ainda de acordo com Ponte, a simples identificação da *numeracia* com o domínio de conhecimentos matemáticos elementares e com os procedimentos básicos, sem que haja qualquer preocupação em usá-los em contextos reais, apenas reafirma os

objetivos do ensino tradicional baseado exclusivamente em conteúdos. Ao contrário, a valorização do uso constante desses conhecimentos e desses procedimentos em situações concretas, aliado à capacidade de crítica em relação a essa utilização se constitui em elemento essencial para uma concepção mais precisa de numeracia.

Esse componente de criticidade que acompanha a numeracia também tem a ver com a dimensão política presente na educação crítica e que, como discutido no capítulo dois, tem em Paulo Freire um dos seus idealizadores. Nessa perspectiva da educação crítica, a literacia para Paulo Freire, utilizada no contexto da alfabetização de adultos, identifica-se com aprendizagem com significado⁷ e com intencionalidades políticas no sentido de libertação dos dominados oprimidos que, como diz o pesquisador, tem a ver com a “transformação radical, revolucionária, da sociedade de classes em que eles, analfabetos ou não, se encontram explorados” (FREIRE, 1982, p. 48). Acredito que nessa perspectiva da educação crítica a utilização do termo literacia matemática seja mais adequada do que numeracia.

Skovsmose (2001a), a partir das idéias de Paulo Freire e de Henry Giroux⁸ diz que a literacia não pode ser vista apenas como uma competência para leitura e para escrita – “e, portanto, (apenas) como condição necessária na sociedade de hoje para informar pessoas sobre suas obrigações, para que elas possam fazer parte dos processos essenciais de trabalho” (p. 102). Mas também como uma dimensão crítica na medida em que a literacia, por causa do seu potencial para reorganizar as interpretações do homem pode se tornar um meio para localizar tanto desigualdades quanto repressões e, portanto, uma ferramenta para identificar as características críticas de uma sociedade (1994, p. 25). Com essa preocupação, Skovsmose reforça o pensamento de Paulo Freire no sentido de pensar a literacia com o propósito de conscientização e de libertação, ou seja, de considerá-la como meio para organizar e reorganizar interpretações das instituições sociais. Conseqüentemente, a literacia pode se tornar importante instrumento para ações que objetivem reformas políticas (2001a, p. 102).

⁷ Ver comentário sobre o sobre o feriado de 1º de maio citado no capítulo dois, p. 34.

⁸ Giroux, H. A. (1989). *Schooling for democracy: critical pedagogy in the modern age*. Routledge, Londres. Apud Skovsmose (1994).

A literacia matemática usada como um instrumento para ações políticas com o propósito de “libertação”, conforme pensamentos de Freire e de Giroux, é vista por Skovsmose no contexto da educação matemática crítica⁹, principalmente no que diz respeito à competência para: 1) refletir sobre a matemática utilizada na construção do modelo, os critérios utilizados nessa construção e as condições que envolvem a situação-problema proposta; 2) avaliar tanto os resultados obtidos no processo de modelagem como as conseqüências do uso que se faz desses resultados e da própria matemática¹⁰.

Essa competência é chamada por Skovsmose (2001a, p. 115) de conhecer reflexivo e, como analisado no capítulo dois, constitui-se em um dos três conheceres segundo os quais a educação matemática deve ser orientada. Os outros dois são os conheceres matemático (normalmente entendido como habilidades matemáticas, incluindo-se nelas as competências na reprodução de teoremas e provas, bem como o domínio de uma variedade de algoritmos) e tecnológico ou pragmático (que se refere à habilidade em aplicar a matemática e a competência para a construção e para a utilização de modelos).

Frankenstein (1989) utiliza a denominação “literacia matemática crítica” e igualmente cita Freire, Giroux e Skovsmose ao questionar as preocupações exclusivas com habilidades relacionadas com cálculos, embutidas na conceituação tradicional de numeracia. Para Frankenstein, o tipo de literacia matemática necessária para clarificar questões, entender a estrutura da sociedade e sustentar ou refutar opiniões é mais do que habilidades para calcular. E a autora complementa dizendo que a literacia matemática deve compreender também habilidades para entender o significado dos números, saber quais tipos de questões estatísticas são importantes para compreender determinadas situações e apresentar dados que possam contribuir para mudar a percepção das pessoas sobre elas (p. 3).

As perspectivas apontadas por Jablonka (2003) em relação a literacia matemática também extrapolam a conceituação tradicional relacionada com habilidades para cálculos e resoluções de problemas e ampliam os horizontes do

⁹ O autor utiliza o termo *matemacy* ao referir-se a literacia matemática. Em alguns de seus textos, *matemacy* é traduzido por alfabetização matemática.

¹⁰ Ver exemplo relacionado com a tecnologia de armamento (2001a, p. 117 e citado no capítulo dois, p. 47).

seu significado, englobando nessa ampliação parte dos pensamentos de D'Ambrósio, Frankenstein, Giroux, Ponte e Skovsmose. Essas diferentes concepções de literacia matemática dependem da forma como o relacionamento entre a matemática, o meio cultural em que ela (matemática) está inserida e o currículo escolar é considerado. Através do seu estudo Jablonka constrói suas perspectivas com seu olhar voltado para uma concepção de literacia matemática focada na cidadania, que valorize as habilidades (matemáticas) individuais necessárias para uma efetiva participação em uma sociedade democrática (p. 79) e, similarmente ao pensamento de Skovsmose, que enfatize a avaliação crítica das práticas que envolvem a matemática, levando em consideração o ambiente cultural a que os estudantes pertencem.

Uma primeira concepção de literacia matemática, segundo a perspectiva da modelagem ou das aplicações da matemática, enfatiza a importância da matemática no que diz respeito à capacidade para matematizar problemas da realidade e resolvê-los, bem como para analisar, interpretar e comunicar resultados provenientes das soluções encontradas. A literacia matemática assim concebida (denominada literacia matemática para a formação do conhecimento matemático¹¹) prioriza a compreensão da matemática e o pensamento matemático – através desse processo de matematização – em comparação com as habilidades básicas que envolvem cálculos e aplicações de técnicas.

Entretanto, de acordo com essa concepção, não importa de quais contextos culturais os problemas são extraídos, porque o interesse está na matemática em si. As “situações problemas” como lixo, poluição, crise da água ou da energia, segurança no tráfego, crescimento populacional, taxas como o imposto de renda, construção de orçamento público, são apenas meios para contextualizar (e aprender) conceitos matemáticos. Como diz Jablonka, “no fim não é a situação em si que interessa, mas sim suas descrições matemáticas” (p. 81).

A literacia matemática nessa perspectiva é, portanto, um conjunto de conhecimentos, de atitudes, de habilidades e de valores que transcende dificuldades

¹¹ Utilizo literacia matemática para a formação do conhecimento matemático como tradução de *mathematical literacy for developing human capital*

provenientes de diferenças culturais, de discrepâncias tecnológicas e de desigualdades sociais e econômicas. Essa transcendência justifica-se na medida em que a matemática e a educação matemática são únicas, gerais e, portanto, não podem ser limitadas por fronteiras ou realidades culturais. Como critica D'Ambrosio (1990, p. 13), o ensino de matemática na escola segue essa perspectiva, sendo universal, o que significa que em todos os países a matemática ensinada é praticamente a mesma. Sob esse olhar a literacia matemática localiza-se em uma área de interseção entre as alternativas estruturalistas e pragmáticas apontadas por Skovsmose (2001a)¹².

Se, por um lado, essa relação entre literacia matemática e o pensar matematicamente favorece padrões de comparação a exemplo dos programas de avaliação de resultados escolares como o PISA¹³, dos índices como o Inaf¹⁴ e dos vestibulares brasileiros cujas provas são elaboradas com base em conhecimentos, habilidades, competências e outros atributos relevantes para o bem-estar pessoal, social e econômico, por outro lado, ela (essa relação) não reduz a diferença entre a matemática formal (a da escola) e a informal (vivenciada no dia-a-dia) (JABLONKA, 2003, pp. 81 e 82) e, por si só não conduz a reflexões sobre aspectos diretamente relacionados com esse bem-estar.

As práticas da matemática informal e as experiências com a etnomatemática, compõem o que Jablonka chama de literacia matemática para identidade cultural¹⁵. Relacionar a matemática informal (ou a etnomatemática do cotidiano como prefere D'Ambrósio, 2001a, p. 22), que é encontrada fora da escola – como, por exemplo, em trabalhos com madeira, em jogos, no gerenciamento de gastos domésticos, em questões relacionadas com juros e crediários ou em informativos sobre índices de

¹² Como analisado no capítulo dois, essas duas alternativas (estruturalista e pragmática), juntamente com a orientação ao processo são apontadas por Skovsmose como sendo as alternativas pedagógicas predominantes na educação matemática.

¹³ PISA – *Program for International Student Assessment*, patrocinado pela OECD – *Organization for Economic Co-operation and Development*. No ano 2000 participam do programa 43 países, dentre os quais, o Brasil.

¹⁴ Inaf – Indicador Nacional de Analfabetismo Funcional. Pesquisa amostral realizada no Brasil e conduzida pelo Instituto Paulo Montenegro do Ibope, publicada no Estado de São Paulo (Dos brasileiros, só 23% sabem fazer contas, 2004). Tem o objetivo de avaliar o analfabetismo matemático no país e a última pesquisa, realizada com pessoas de 15 a 64 anos mostrou que apenas 23% dos brasileiros possuem familiaridade com gráficos, mapas e tabelas e conseguem resolver problemas numéricos que exigem vários tipos de cálculos.

¹⁵ Utilizo literacia matemática para identidade cultural como tradução de *mathematical literacy for cultural identity*.

reajustes salariais distribuídos pelos sindicatos em períodos de negociação trabalhista – com a matemática escolar pode facilitar, nos dois sentidos, a transição entre elas, embora, como lembra a autora, ainda não esteja muito claro qual deva ser a função dessa transição (Valorizar a aprendizagem da matemática? As aplicações da matemática no cotidiano? Ambas? De que forma? Valorizar as questões do cotidiano?).

A "matemática da rua" (jogos, brinquedos, situações cotidianas, etc.), igualmente uma matemática informal encontrada fora da escola, é abordada por Lins (1999), para quem a escola tem, tradicionalmente, negado os significados da rua ao tentar implementar o domínio dos seus próprios significados. E o autor lembra que "os significados da rua já estão na escola; podemos dar legitimidade a eles com um projeto de educação matemática que dê voz aos alunos, ou podemos mantê-los na clandestinidade, com um projeto de educação matemática no qual só o professor fale" (p. 91).

A matemática praticada em ambientes de trabalho é outro importante tipo de matemática fora da escola, e trazê-la para a sala de aula pode permitir o desenvolvimento de atividades de ensino que sejam significativas para os estudantes, bem como possibilitar o relacionamento entre a aprendizagem acadêmica e a profissional e valorizar a diversidade da cultura (matemática) presente nos locais de trabalho. Entretanto, muitas vezes, relacionar técnicas matemáticas que são utilizadas no dia-a-dia do trabalho com a matemática curricular é difícil, pois, além da rigidez que em geral caracteriza os currículos, o conceito de significativo, neste caso, precisa ser relativizado, na medida em que o que pode ser significativo para um estudante pode não o ser para outro.

Para D'Ambrósio (1991, p. 81) a proposta pedagógica da etnomatemática consiste na "arte ou técnica de explicar, de conhecer, de entender (matemática) nos diversos contextos culturais". Igualmente para Jablonka, o foco da etnomatemática concentra-se na identidade cultural e, similarmente ao que pensam Monteiro e Pompeu Jr. (2002) quando se referem ao trabalho com temas transversais, esse foco tem a ver com a relevância em associar, através de projetos interdisciplinares, problemas de interesses regionais ou culturais com a prática pedagógica. Nessa

associação, os objetivos dos estudantes envolvidos em um projeto combina com aqueles dos professores e da comunidade em que a escola está situada. Segundo essa perspectiva, para Jablonka, “a aprendizagem é concebida de forma estreitamente relacionada com a ação, quando é acentuada a natureza ativa de participação do estudante no processo de aprendizagem” (2003, p. 83)¹⁶. A autora cita como exemplos dessa associação dois trabalhos realizados no Brasil: por Borba¹⁷, relacionado com a construção de um campo de futebol em uma favela e por Knijnik¹⁸, que diz respeito à produção e venda de melões por parte de pessoas ligadas ao MST (Movimento dos Trabalhadores Sem-terra).

Da mesma forma que D’Ambrosio (1990, 2001a), Jablonka considera a descoberta do conteúdo matemático que se encontra escondido nos artefatos tradicionais dos povos indígenas como sendo um importante argumento de pesquisa etnomatemática. Esses artefatos podem ser incorporados em um currículo “multicultural” como ponto de partida para uma exploração matemática. Como diz a autora, isso pode ser visto como um meio para evitar uma quebra na identidade cultural, “uma quebra que pode ocorrer quando currículo e livros-texto do ocidente são importados pelos países em desenvolvimento” (p. 83). E Jablonka complementa dizendo: “espera-se que os estudantes compreendam qual matemática pode originar de sua própria cultura e experiência” (p. 84).

A autora destaca ainda que, de um modo geral, a matemática ensinada no ocidente desvaloriza, se não ignora, as contribuições de outras culturas fora da Europa e, portanto, contar as histórias sócio-culturais da matemática, incluindo as histórias da disseminação das práticas matemáticas através da educação contribui para o desenvolvimento de uma ‘literacia etnomatemática’. Explorar a linguagem matemática utilizada por meio de linguagens diferentes da tradição Indo-européia pode criar uma consciência de diferenças em relação às concepções de quantidade, relacionamentos e espaços e, conseqüentemente, mostrar como conceitos

¹⁶ Utilizo como tradução de “learning is then conceived of as having a closer relation to action, stressing the active nature of students’ participation in the learning process”.

¹⁷ Borba, M. C. (1995). Um estudo de etnomatemática? Sua incorporação na elaboração de uma proposta pedagógica para o “Núcleo-Escola” da Vila Nogueira-São Quirino. Lisboa: Associação de Professores de Matemática. Apud Jablonka (2003). Este estudo também pode ser encontrado em Borba (1987).

¹⁸ Knijnik, G. (2000). Cultural diversity, landless people and political struggles. Apud Jablonka (2003).

supostamente universais podem ser definidos culturalmente (p. 84). Incorporar práticas etnomatemáticas ou conhecimentos inerentes ao dia-a-dia pode ser assim uma ponte para evitar privilegiar exclusivamente o conhecimento acadêmico matemático do ocidente, muito embora, como lembra Jablonka “ao fazer isso, corre-se o risco de limitar a literacia matemática para a recuperação do conhecimento local ou até mesmo (embora apenas implicitamente) privilegiar a matemática acadêmica ao usá-la para reinterpretar as práticas etnomatemáticas” (p. 92).

A preocupação com problemas ambientais compõe o núcleo central da literacia matemática para a consciência ambiental¹⁹. A educação ambiental é um processo relacionado com a clarificação de conceitos e com o desenvolvimento de certas habilidades e atitudes para entender a inter-relação entre o homem e a natureza, no sentido de conscientizar, sobretudo as futuras gerações, para os problemas que afetam a vida no planeta (JABLONKA, 2003; FERREIRA, 2003). Após as constantes agressões do homem ao meio ambiente, a clarificação e a conscientização desse inter-relacionamento são consideradas nos dias de hoje como importantes componentes no processo de formação da cidadania do estudante.

Assim, a discussão sobre questões ambientais na sala de aula é desejável. Dentre essas questões encontram-se, de um lado, problemas que podem ser considerados globais, como, dentre outros a escassez da água, o crescimento populacional, o desmatamento e o efeito “estufa”, a poluição e a contaminação do solo, fontes de energia, alterações climáticas ou modelos matemáticos de ecossistemas que descrevem o inter-relacionamento entre espécies. De outro lado, problemas vistos como locais, mais diretamente relacionados com países do terceiro mundo e que dizem respeito, por exemplo, à falta de saneamento básico e de infraestrutura, a relação entre o crescimento da miséria e o aumento de favelas em locais de risco, a violência urbana ou, como explorado por Ferreira (2003), a conscientização para a racionalização do consumo de água e de energia.

A matemática é utilizada como importante ferramenta para modelar problemas relacionados com essas questões ambientais. Entretanto, sendo a

¹⁹ Utilizo como tradução de Mathematical Literacy for Environmental Awareness.

matemática um dos núcleos principais do avanço tecnológico (SKOVSMOSE, 2001a) e a partir do reconhecimento dos perigos provocados por esse avanço para o meio ambiente, dos efeitos das aplicações da tecnologia em atividades militares, envolvidas com destruição tanto da população como do ecossistema, e da necessidade de importação da tecnologia por parte dos países em desenvolvimento, que mais aumenta a sua exploração e a sua dependência do que traz vantagens sociais, a apropriação da utilização de modelos relacionados com tais soluções tecnológicas é posta em questão (JABLONKA, 2003; D'AMBROSIO, 2001b).

Assim, é desejável que a literacia matemática numa perspectiva da consciência ambiental tenha como interesse uma mudança na percepção da matemática em direção a uma visão mais humana, com a esperança de, paralelamente à preocupação com construções de modelos, provocar discussões sobre situações que cercam as questões relacionadas com esses problemas, tanto aquelas que dão origem a eles como as que deles são decorrentes. Novamente Jablonka cita D'Ambrosio (1994) e também Fusaro (1995)²⁰ ao pensar no desenvolvimento de um novo tipo de matemática, mais adequada para lidar com problemas ambientais. Nessa perspectiva, a autora sugere uma “Matemática Ambiental” cujo conteúdo matemático deve ser composto de argumentos apoiados por visualizações matemáticas (conhecimentos, modelos, etc.), de discussões qualitativas e não apenas daquelas baseadas nas soluções analíticas, e de uma matemática computacional que inclui a utilização de softwares de simulação, calculadoras gráficas e planilhas eletrônicas. E associada a essa “Matemática Ambiental” deve estar uma forma pedagógica baseada em projetos interdisciplinares (ou em temas transversais) que deve ser orientada pelo compromisso e pelo engajamento em questões ambientais (p. 88).

As últimas concepções de literacia matemática reafirmam o interesse de Jablonka em discutir, através do ensino e da aprendizagem, questões que podem ser consideradas não matemáticas.

²⁰ Fusaro, B. A. (1995). Environmental mathematics. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik. Apud Jablonka (2003).

Uma concepção de literacia matemática voltada para avaliar a matemática e centrada na formação de um cidadão crítico, particularmente em uma sociedade tecnológica, deve ter também como objetivos: a) a sua preparação para interpretar (criticamente) informações que envolvem dados ou resultados numéricos, bem como para conduzir discussões relacionadas com essas informações; b) a sua educação para a consciência de questões que “contornam” as aplicações matemáticas e de como essas aplicações afetam a sociedade, e para o desenvolvimento de uma consciência dos limites de confiabilidade dos modelos matemáticos. Esses componentes referem-se mais para o cidadão que vai “consumir” matemática do que para aquele que vai desenvolver matemática.

A autora lembra, entretanto, que o contexto escolar não contribui nem um pouco para esses componentes de literacia matemática. Da mesma forma o material escolar contido nos livros-texto e no uso pedagógico do dia-a-dia na sala de aula preocupa-se apenas em mostrar a riqueza embutida nas aplicações da matemática, sem nenhum interesse em avaliá-las e “sem se interessar em relatar informações não tendenciosas sobre sua relevância social e sem discutir as condições e as conseqüências da sua implementação²¹” (p. 90). Apesar de Jablonka, ao fazer tais comentários, referir-se a sociedades avançadas economicamente, vejo esse mesmo quadro quando transporto essa situação para a realidade brasileira, tanto em relação aos diferentes níveis de ensino quanto em relação ao formato da escola, seja ela pública ou particular.

Então, discussões dessa natureza devem ser introduzidas na sala de aula quando se tem como objetivo a formação de um cidadão crítico, com habilidade para entender e avaliar as diferentes práticas que envolvem a matemática. Essas discussões, como analisado anteriormente, encontram eco no pensamento de Skovsmose (1996; 1998; 2001a) em relação à importância do conhecer reflexivo na educação matemática e têm a ver com: 1) reflexões sobre a matemática utilizada na construção do modelo, os critérios que são considerados e as condições que envolvem a situação-problema proposta; e 2) avaliações, tanto dos resultados obtidos no processo de modelagem como das conseqüências do uso que se faz

²¹ Traduzo do original "their social relevance and they lack a discussion of the conditions and the consequences of their implementation".

desses resultados e da própria matemática. Naturalmente, modelos que se baseiam em dados artificiais oferecem pouca (ou nenhuma) possibilidade para discussões críticas na sala de aula.

Essas reflexões estiveram presentes neste meu trabalho quando os estudantes, ao fazerem investigações sobre o orçamento participativo, buscaram compreender questões relacionadas com leis como a de Responsabilidade Fiscal (que condiciona os gastos do governante ao período do seu mandato público) e Orçamentária Municipal (que estabelece diretrizes para os planejamentos de receitas e de despesas para o ano subsequente à sua realização); as receitas do município e os tipos de despesas (de custeio, de investimento e de encargos gerais); os significados da participação popular na elaboração do orçamento municipal e o papel das assembleias populares e das temáticas.

Da mesma forma os participantes da pesquisa sobre intenção de votos envolveram-se com questões relacionadas com limites existentes nas consultas amostrais, cuidados metodológicos para a sua realização, divergências entre resultados publicados, influenciadas tanto pela metodologia adotada como por interesses de quem a contrata ou de quem interpreta os dados obtidos.

E, igualmente, os estudantes de Cálculo procuraram conhecer a história da tributação e do imposto de renda no Brasil; os significados da reforma fiscal (em discussão no país no momento do trabalho) e do incentivo fiscal adotado pelos estados brasileiros (e, como consequência, do que é chamado “guerra fiscal”); a importância da relação entre produção, consumo e tributação; os prejuízos causados pela sonegação e as vantagens proporcionadas pela simplificação na cobrança de tributos e pelo aperfeiçoamento do modelo do imposto de renda com a inclusão de mais alíquotas (comprovado através dos conceitos matemáticos e das simulações realizadas). Embora sem muito sucesso, os estudantes procuraram entender as razões para os limites existentes nas faixas do atual sistema de cobrança do imposto de renda em nosso país.

Deixo para o final a concepção de literacia matemática para mudança social²² apresentada por Jablonka, justamente por vê-la estreitamente relacionada com a visão política que caracteriza o objeto deste meu estudo. De acordo com essa concepção, a literacia matemática constitui-se em uma competência (a ser adquirida) para compreender aspectos importantes da sociedade, reinterpretar partes da realidade social e, até mesmo contribuir para a ocorrência de mudanças nessa realidade com a intenção de torná-la mais justa e mais democrática.

Essa concepção se confronta com a da matemática escolar tradicional que, como lembra Skovsmose (2001a) tende a reproduzir, na sala de aula, desigualdades existentes na sociedade e a excluir do ambiente escolar aqueles grupos de estudantes que já são marginalizados. Essa exclusão se deve principalmente à excessiva valorização das tradicionais noções de habilidades e de entendimentos em relação ao ensino e à aprendizagem, caracterizadas pela objetividade e pela lógica da matemática. Essas noções são referendadas pelos conceitos preliminares de numeracia e até mesmo por visões de literacia matemática que têm na matemática em si seu interesse principal.

Assim, a construção de um currículo baseado em uma visão alternativa clama por mudar o conteúdo matemático tão bem como as relações sociais que são estabelecidas pelos métodos tradicionais de ensino (JABLONKA, 2003, p. 85). Essa mudança encontra eco nos pensamentos de Freire (1978; 1982; 2003) e de Skovsmose (1994; 1996; 1998; 2001a). Relembro, como dito no capítulo dois que, para Freire, na prática educativo-crítica uma das tarefas mais importantes consiste na educação para a decisão, para a responsabilidade social e política, para propiciar condições necessárias para que os educandos em suas relações com o professor e entre eles próprios iniciem um processo de assumir-se “como ser social e histórico, como ser pensante, comunicante, transformador, criador, realizador de sonhos...” (2003, p.41). A educação crítica para Freire identifica-se com questões sociais relacionadas com desigualdades, com oportunidades (que não são iguais para todos), com liberdades e participações políticas, com ausências de preconceitos em geral e com preocupações com os contrastes educacionais. Para ser crítica a

²² Utilizo como tradução de “mathematical literacy for social change”.

educação deve estar a par dos problemas sociais, das desigualdades, das exclusões e reagir a elas (SKOVSMOSE, 2001a).

Uma importante função da matemática dentro desta visão de literacia matemática relaciona-se com a utilização de dados e de questões estatísticas para, de um lado, contribuir para o entendimento do estudante sobre assuntos que utilizam informações numéricas e, do outro lado, fundamentar discussões e tomadas de decisão (FRANKENSTEIN, 1989; 2000²³), além de contribuir para o debate político, diretamente relacionado com o tema gerador da pesquisa quantitativa. Essas informações estatísticas podem fazer referência a índices sobre proporções entre homens e mulheres no mercado de trabalho (de brancos e negros ou de universitários e não-universitários); a comparações sobre taxas de mortalidade infantil e de expectativa de vida; a dados sobre desemprego e rendimentos nacionais; ao relacionamento entre o crescimento da economia do país e a geração de emprego; a comparações entre o consumo de energia elétrica de utilidades domésticas como geladeiras, máquinas de lavar, etc.

Entretanto, é bem lembrado por Jablonka que a suposta objetividade e precisão de descrições numéricas (embasadas em geral na ideologia da certeza) é muitas vezes utilizada para encobrir conotações ideológicas ou interesses, sejam eles públicos ou privados. Conseqüentemente é, na visão da autora, questionável se descrições aparentemente neutras sobre assuntos particulares são realmente neutras pelo fato de conterem percepções objetivas por meio da linguagem matemática. Jablonka argumenta também que não pode ser ignorado que o ensino de matemática (principalmente aquele visto como tradicional) pode mesmo entrar em conflito com o desenvolvimento de consciência política, porque nele a força da resolução de problemas matemáticos se deve ao seu nível de abstração, à sua “falta de significado”, enquanto o pensamento político concentra-se em focar sobre o particular conteúdo metafórico de um problema.

Apesar da possibilidade desse conflito, penso, como Jablonka, que a utilização na sala de aula de problemas que provoquem discussões políticas e

²³ Frankenstein, M. (2000). In addition to the mathematics – goals for a critical mathematical literacy curriculum. In A. Ahmed, J. M. Kraemer & Willians (Eds). *Cultural Diversity in Mathematics Education: CIEAEM 52* (pp. 19 – 29). Chichester: Ellis Horwood. Apud Jablonka (2003).

sociais pode se transformar em um importante instrumento de ação pedagógica, capaz de desviar a exclusividade do foco da aprendizagem do conteúdo tradicional baseado na valorização da compreensão da matemática em si para uma “discussão qualitativa” – através da matemática – que tenha como objetivo levar o estudante a refletir tanto sobre as soluções analíticas quanto sobre os fatos investigados. Conseqüentemente, essa estratégia pode contribuir para formar um estudante crítico, investigador, questionador, amadurecido academicamente, consciente dos problemas da sua comunidade e interessado em buscar soluções para eles.

Desta forma, com base no estudo realizado, quer em relação aos dados obtidos nos cenários, quer em relação ao material teórico analisado, vejo o núcleo central de uma literacia matemática voltada para mudanças sociais e com o olhar dirigido para a formação de um cidadão crítico – como propõe Jablonka (2003) – ou para enfatizar a matemática como um instrumento de questionamento de problemas sociais – como pensa Barbosa (2001) – estreitamente relacionado com o processo de crescimento político e social dos estudantes, constituído de ações direcionadas para:

1. Sensibilizá-los para refletir sobre situações sociais, econômicas, do meio ambiente, etc. ou sobre políticas públicas de interesse da sociedade.
2. Ajudá-los na articulação dos seus interesses, como aprendizes e como cidadãos.
3. Levá-los a compreender a importância da participação democrática dos cidadãos, quer em relação a decisões sobre assuntos que dizem respeito aos interesses e às aspirações da comunidade, quer em relação ao acesso democrático de toda a população aos serviços sociais, públicos e de qualidade, tais como saúde, educação, moradia e trabalho.
4. Levá-los a envolver-se na luta democrática pela conquista da igualdade de direitos, deveres e oportunidades entre os homens e pelo fim de qualquer forma de preconceito e de discriminação (tanto na sala de aula quanto na sociedade) em relação à posição social, nível de escolaridade, sexo ou raça.
5. Ajudá-los a perceber a significância do seu envolvimento (como também de todas as pessoas) em discussões, críticas e decisões sobre assuntos que são do interesse da sociedade.

6. Conscientizá-los da importância e da necessidade da sua participação na comunidade como um sujeito formador, questionador, transformador e, até mesmo, como um agente provocador de mudanças.
7. Incentivá-los a participar de discussões políticas com base nos resultados obtidos no trabalho com a modelagem matemática.
8. Incentivá-los a compartilhar o conhecimento resultante do processo de aprendizagem em algum contexto (social, político, econômico, educacional, a escola, a própria sala de aula, etc.) que tenha alguma relação com os atores envolvidos e que possa, de alguma forma, contribuir para a formação da sua cidadania.
9. Contribuir na transformação da sua maneira de pensar e de agir como decorrência do seu amadurecimento acadêmico e do seu envolvimento no trabalho realizado.

Nos cenários que construí essas ações materializaram-se primeiro através do envolvimento dos estudantes com os assuntos diretamente relacionados com os temas de seus projetos. Depois, através de discussões políticas na Universidade e na comunidade e do envolvimento dos seus atores em trabalhos voluntários. Neste estudo utilizei a modelagem matemática associada ao trabalho com projetos, apoiada pela tecnologia, como instrumento político-pedagógico. Como disse na Introdução, optei por essa estratégia por considerá-la um instrumento apropriado para investigações, discussões e reflexões (sejam elas matemáticas ou não) relacionadas com os temas de trabalho, e para a exploração de questões políticas e sociais presentes nesses temas, além, naturalmente, da possibilidade de envolver os alunos com construções de modelos matemáticos e de relacionar a matemática da modelagem com o conteúdo curricular. Além disso, interessei-me pela aceitação voluntária do aluno, construindo assim ambientes específicos para o desenvolvimento do trabalho. Esses ambientes, denominados cenários para investigação, foram construídos paralelamente às atividades regulares da sala de aula.

Penso, entretanto, que outras estratégias pedagógicas podem ser utilizadas com a intenção de explorar o crescimento político e social dos estudantes. Acho

difícil (ousou dizer que considero impossível) fazê-lo sem que essas estratégias contemplem incentivos à investigação, à discussão e à reflexão, bem como ao envolvimento “in loco” dos estudantes com os problemas que afetam a sociedade.

Vejo também que há espaços para tais conjecturas mesmo nas outras concepções de literacia matemática que são discutidas por Jablonka. Assim, por exemplo, juntamente com a matemática do trabalho é possível explorar importantes questões envolvendo o problema da insalubridade, o papel do sindicato como entidade representativa dos trabalhadores, a possível implicação da redução de horas-extras e da jornada de trabalho na ampliação na oferta de empregos, os índices utilizados para medir desemprego ou a questão do trabalho informal. Da mesma forma, a abordagem de porcentagem e de juros, presentes na matemática do dia-a-dia, pode vir acompanhada de discussões que envolvem o custo de vida, a existência de diversos índices que medem a inflação ou a relação existente entre o reajuste do salário mínimo e o déficit da previdência pública.

A discussão sobre problemas ambientais pode ser igualmente ampliada para envolver questões do interesse da sociedade, como por exemplo, aquelas que dizem respeito à necessidade de investimento em saneamento básico, à destruição de florestas (sempre relacionada com o lado econômico, mas muitas vezes respaldada pela necessidade de sobrevivência da população local), à proliferação de habitações em áreas de mananciais com a conivência das autoridades públicas, ou aos problemas relacionadas com o cultivo e com o consumo de produtos transgênicos. Imagino também a bela discussão política propiciada pelos trabalhos ligados a etnomatemática, relacionados com a construção de um campo de futebol em uma favela e com a produção e venda de melões por parte de pessoas ligadas ao MST (Movimento dos Trabalhadores Sem-terra), apresentados por Jablonka e citados algumas páginas atrás.

Os cenários para investigação organizados nos cursos de Engenharia de Computação e de Licenciatura em Matemática mostraram ser ambientes apropriados para o trabalho com a matemática dentro dessa concepção política, muito embora o caráter voluntário dos participantes não possa ser desconsiderado. Acredito que muitos dos estudantes que aceitaram meu convite para participar

desses espaços fizeram-no por seus desejos de, por um lado, encontrar significados para o seu aprendizado matemático e, por outro, participar, através da matemática, de um trabalho investigativo e reflexivo que extrapolasse o dia-a-dia da sala de aula. Isso mostra que, para ampliar a participação estudantil, com o horizonte no envolvimento de todos os alunos da classe, a estratégia relacionada com a construção de cenários para investigação destinados a explorar a potencialidade da matemática como instrumento político e social precisa ser repensada e readaptada.

Um caminho para se conseguir essa ampliação passa por uma eficiente divulgação dos resultados obtidos pelos grupos de trabalho e que pode ser conseguida através das páginas na Internet, de seminários, debates e publicações. A participação de um número significativamente maior de alunos no cenário “Matemática e Cidadania”, construído após a divulgação dos resultados obtidos nos dois primeiros ambientes, fundamenta essa minha percepção.

No entanto, como disse no capítulo dois (e foi confirmado pelos sujeitos deste estudo nas entrevistas que realizamos), os alunos encontram-se enraizados em modelos pedagógicos centrados exclusivamente na relação “professor ensina o que o aluno deve aprender”. Mesmo criticando tal modelo é difícil para o aluno romper com ele e aceitar, com naturalidade, outras propostas que não tratem exclusivamente de relações matemáticas. Além disso, há ainda a comodidade da quase certeza do que se espera do estudante quando o processo de ensino é centrado no professor – a avaliação baseia-se apenas no “aprendizado do aluno sobre o que o professor ensinou”. A baixa adesão aos dois primeiros cenários confirma essa dificuldade do aluno em aceitar mudanças.

Desta forma, penso que a conscientização da importância da discussão política, através da matemática, passa pela ruptura dessa quase unanimidade pedagógica que se espelha em modelos de ensino similares ao que Skovsmose (2000) chama de “paradigma do exercício” e D’Ambrosio (2001a) de “educação formal”, acompanhada pela construção de ambientes pedagógicos na sala de aula que incentivem a investigação, a crítica e a reflexão. Vejo na organização continuada dos cenários para investigação nas disciplinas de matemática como uma forma de, por um lado, se conseguir realizar tal ruptura e, por outro, ampliar a

participação discente em projetos que tenham como interesse levar os estudantes a se envolverem, através da matemática, com questões que dizem respeito à comunidade em que eles vivem e a refletirem sobre eles.

Ao concluir, reafirmo que similarmente a Jablonka, advogo que o ensino de matemática não seja conduzido apenas com o olhar voltado para o conteúdo curricular ou para aplicações da matemática, mas, igualmente, como uma ferramenta crítica para lidar com problemas que são relevantes política e socialmente, de modo que ele (o ensino de matemática) possa contribuir para formar estudantes empenhados na construção de uma sociedade mais justa, igualitária e democrática. Encerro este capítulo com uma frase que Jablonka utiliza para concluir seu artigo: “Introduzir discussões críticas, como proposto aqui, significa introduzir um novo discurso na matemática escolar [...] com a intenção de, um dia, estabelecer uma nova prática de matemática não escolar voltada para a formação de cidadãos informados” (p. 98). Complemento, dizendo, “e também para a formação de cidadãos críticos, conscientes e politizados”.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A leitura de diversos autores que questionam o formato do ensino tradicional de matemática, seja ele baseado na transmissão de explicações e teorias e no adestramento em técnicas e habilidades, como critica D'Ambrosio (2001a) seja em aplicações da matemática, porém com o interesse voltado exclusivamente para o ensino de uma matemática curricular, como analisa Jablonka (2003), contribuíram para a minha percepção da importante relação entre investigação e reflexão no trabalho com a modelagem. Essa percepção, aliada ao meu interesse em discutir questões de relevância social na sala de aula de matemática, me motivaram a analisar a potencialidade da modelagem como instrumento de ação político-pedagógica.

No processo de construção da pergunta diretriz busquei posicionar meu estudo no contexto da modelagem matemática, destacando diferenças e semelhanças com outros trabalhos que igualmente discutem sua aplicação como estratégia de ensino-aprendizagem. Nesse caminho, analisei preliminarmente os interesses de alguns autores em enfatizar o conteúdo curricular ou as aplicações gerais da matemática; a construção de modelos a partir de um processo experimental (com base em dados empíricos) ou de um processo teórico (trabalho com modelos já existentes); os modelos reais ou os abstratos; investigações, discussões, interpretações e reflexões relacionadas exclusivamente com a matemática ou também com as não-matemáticas; a divulgação dos resultados (em relatórios, seminários, debates, na Internet, etc.); a modelagem como disciplina curricular ou explorada em diversas disciplinas; a relação entre modelagem e a formação científica do estudante.

Procurei comparar também os pensamentos desses autores em relação aos seus procedimentos quanto à escolha do tema (proposição do professor ou iniciativa dos alunos), à alternativa de trabalhar um tema único com a classe ou um assunto para cada grupo, à opção por temas transversais ou interdisciplinares, sociais, do cotidiano, relacionados com a área profissional do

aluno, e ao envolvimento de toda a classe ou o trabalho voluntário apenas com os interessados no projeto.

Como disse na Introdução, considero as possibilidades políticas no trabalho pedagógico com a modelagem como reflexões que têm a ver com questionamentos, críticas, ações e transformações. Igualmente identifico essas possibilidades com reflexões decorrentes do compartilhamento do conhecimento resultante do trabalho com a modelagem, em um contexto (social, político, econômico, educacional, a escola, a própria sala de aula, etc.) que tenha alguma relação com os atores envolvidos e que possa, de alguma forma, contribuir para a formação da sua cidadania. Ao concentrar meu interesse nessas reflexões formulei a pergunta diretriz para minha pesquisa: “Quais as possibilidades de crescimento político no trabalho pedagógico com a modelagem?”.

Como vejo este estudo inserido no contexto da Educação Matemática Crítica, baseei minha pesquisa bibliográfica em autores que, dentro da educação e da educação matemática, identificam-se com esse movimento. Por essa razão as discussões teóricas iniciais, apresentadas no capítulo dois, relacionaram-se com a Educação (Matemática) Crítica e basearam-se principalmente nos estudos de Ole Skovsmose, Ubiratan D’Ambrósio e Paulo Freire.

Ainda naquele capítulo ampliei a discussão sobre o papel da modelagem associada ao trabalho com projetos e procurei justificar a presença da tecnologia informática no contexto do estudo realizado. Com base nas considerações de Skovsmose sobre ambientes de aprendizagem e cenários para investigação construí espaços pedagógicos – igualmente denominados cenários para investigação – em minhas aulas nos cursos de Matemática e de Engenharia de Computação, para explorar neles o potencial da modelagem como instrumento pedagógico de ação política e social. Esses cenários foram organizados paralelamente às atividades curriculares na sala de aula, com estudantes voluntários que aceitaram meu convite para deles participar porque acreditaram na sua proposta e concordaram com sua dinâmica de ação. Os participantes dos três cenários organizados foram, portanto, os sujeitos deste estudo.

8.1. A vertente política no trabalho com a modelagem

Os dados obtidos nos cenários para investigação me mostraram que o crescimento político dos seus atores decorre, em grande parte, das oportunidades de vivência política, social e até mesmo acadêmica, possibilitadas pelas atividades desenvolvidas tanto no cotidiano da escola como naquelas realizadas fora dela. Além disso, com base no estudo realizado, quer em relação a esses dados, quer em relação ao material teórico analisado associo o crescimento político dos atores de tais cenários, de um lado, com a conscientização política resultante da sua atuação nesses ambientes e, do outro lado, com uma ação política que se concretiza por meio do seu envolvimento com a comunidade.

Penso que o passo inicial do estudante na direção da sua conscientização política seja dado no momento em que ele percebe a importância da discussão, no meio estudantil e nas aulas de matemática, de questões culturais, sociais, econômicas, ambientais, etc., que fazem parte do dia-a-dia das pessoas e que possuem estreita relação com a formação da sua cidadania e com a construção de sociedades verdadeiramente democráticas. Ao me referir a sociedades verdadeiramente democráticas faço-o de forma similar ao que Barbosa considera como radicalização da democracia – “[...] ao falar em radicalização da democracia enfatizo a necessidade de vencer as limitações para seu exercício, de modo que haja a ampla participação das pessoas na condução da sociedade” (2001, p. 20).

Esse processo de conscientização continua com a sua aceitação em se envolver com tais questões e com a sua atuação em investigações diretamente relacionadas com essas questões, nas discussões que acompanham os resultados obtidos e no debate sobre o alcance desses resultados e sobre as conseqüências sociais do trabalho realizado. Nos cenários que organizei, essas questões tiveram a ver com o efetivo envolvimento da comunidade em assuntos que são do seu interesse; o acesso democrático da população aos serviços sociais públicos e de qualidade; a garantia de direitos, oportunidades e deveres para todos, sem que haja qualquer tipo de discriminação e de preconceito; a luta contra a corrupção, a sonegação e a impunidade; e a relação entre imprensa e democracia.

A práxis social realizada fora do contexto da sala de aula, ao mesmo tempo em que complementa esse processo de conscientização política, constitui-se em uma ação que se concretiza por meio do envolvimento do estudante com a comunidade, compartilhando com ela o conhecimento adquirido na escola, e que possibilita que ele aja nessa comunidade como um sujeito formador, questionador, transformador e, até mesmo, como um agente provocador de mudanças. Enquanto no cenário construído com os alunos de Matemática a práxis caracterizou-se pelo fornecimento dos dados que fomentaram o debate político que envolveu estudantes e professores e que possibilitaram a discussão, no âmbito acadêmico, de questões políticas e sociais de abrangência nacional e internacional, os ambientes construídos no curso de Engenharia de Computação conduziram os estudantes para ações sociais fora da Universidade, desempenhadas por meio de atuações comunitárias e voluntárias, centradas em atividades pedagógicas que tiveram como base os trabalhos envolvendo a informática, algumas aplicações da matemática e parte dos resultados das investigações realizadas.

Acredito que os resultados decorrentes da aplicação pedagógica da modelagem, acompanhada dessa vertente política, variem em função das características do trabalho que é desenvolvido. Essas características relacionam-se, de um lado, com o planejamento dos cenários e dos trabalhos, a forma de seleção dos participantes, a definição dos projetos e a escolha dos especialistas, a procura pelo contexto externo (se for o caso) e a organização das atividades que nele vão ser desenvolvidas. De outro lado, elas relacionam-se com a operacionalização das atividades, a saber, com a condução dos trabalhos nos cenários (investigação, construção de modelos, relação com a matemática curricular, etc.) e no ambiente fora da sala de aula. Todavia, o que me parece invariável é que, independentemente dessas características, a opção do professor por encaminhamentos políticos através do trabalho com a modelagem é norteada pelo seu desejo de refletir com seus alunos situações que são de relevância social.

Considero importante realçar que essa minha opção por atuar politicamente na sala de aula não implica desvalorizar a matemática acadêmica nem as práticas do dia-a-dia ou a construção de modelos. Insisto em que essa desvalorização seria contraditória com minha conduta como professor e com parte significativa do que foi dito anteriormente. Essa escolha tem a ver com minha intenção de, primeiro, extrapolar a exclusividade do foco da aprendizagem na compreensão da matemática em si e, em conseqüência, negar a valorização do conhecimento matemático como única forma de se pensar a literacia matemática. E, segundo, formar, com a utilização da modelagem como estratégia pedagógica, um estudante crítico, investigador, questionador, consciente dos problemas que afligem tanto a sua comunidade quanto a sociedade e, além disso, interessado em contribuir na busca de soluções para esses problemas.

Assim, considero “alfabetizado matematicamente¹” o estudante que, de um lado, seja capaz de compreender a matemática curricular, perceber a relação entre essa matemática e situações do cotidiano, modelar problemas reais simples e interpretar criticamente tanto os resultados encontrados quanto a própria matemática utilizada na modelagem. Que, do outro lado, seja um sujeito sensível a reflexões sobre situações que interessam e afligem a sociedade; que consegue articular seus interesses como aprendiz e como cidadão; engajado na luta democrática pela conquista da igualdade entre os homens e pelo fim de qualquer forma de preconceito e de discriminação; capaz de perceber a significância do seu envolvimento em discussões, críticas e decisões sobre pontos que são do interesse da sociedade; consciente da importância e da necessidade da sua participação na comunidade como um sujeito formador, questionador, transformador e, até mesmo, como um agente provocador de mudanças.

Com base no estudo teórico que realizei e nos cenários para investigação que organizei vejo essas “qualidades” como resultantes do crescimento político do estudante, estreitamente relacionadas com uma forma de literacia matemática que tenha como objetivo, através da conscientização e da ação políticas, provocar

¹ Utilizo alfabetizado matematicamente com o sentido, em inglês, de mathematically literate.

mudanças sociais (JABLONKA, 2003) ou enfatizar a matemática como um instrumento de questionamento de problemas sociais (BARBOSA, 2001).

Apesar de ter construído os cenários com base no trabalho com a modelagem, penso que outras estratégias pedagógicas possam ser consideradas como instrumentos de ação política. Entretanto, entendo que essas estratégias devam: a) contemplar o trabalho com projetos cujos temas sejam significativos para os estudantes (sejam eles do dia-a-dia do trabalho ou do cotidiano, etnomatemáticos, econômicos ou do meio ambiente) e que privilegiem a investigação, a discussão e a reflexão e b) criar condições para o envolvimento “in loco” dos alunos em problemas que são do interesse da comunidade e da sociedade.

Neste estudo, concomitantemente com a narração dos episódios que caracterizaram os trabalhos em cada um dos três cenários, procurei destacar resultados que mostravam o envolvimento político de seus participantes. Depois, na primeira seção do capítulo anterior, destinado à análise dos dados, enfatizei esses resultados à luz da pergunta da pesquisa. Há coincidências, mas há também fatos que se destacaram mais em um ambiente do que em outro.

Agora, ao fazer minhas considerações finais reapresento alguns pontos (incluindo esses resultados) que considerei relevantes no trabalho realizado, acompanhados de um breve comentário sobre eles em cada um dos cenários construídos. Esses pontos estão descritos na tabela 8-1.

Tabela 8-1: Comentários sobre os resultados obtidos em cada um dos três cenários. Cenários: 1 – “Eleições Presidenciais”. 2 – “Estresse e Democracia”. 3 – “Matemática e Cidadania”.

1. Razões para participação no projeto.		
Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interesses em discutir questões políticas e sociais, em participar de uma pesquisa eleitoral e em trabalhar diretamente com o professor. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interesses em se envolver com um assunto importante para a comunidade e em relacionar o conteúdo curricular com a realidade. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interesses no tema proposto, em realizar investigações, em relacionar a matemática curricular com a realidade e em contribuir com a comunidade.
2. Envolvimento com o trabalho investigativo e publicação dos resultados.		
Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Razoável. O trabalho in- 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intenso. Os alunos busca- 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intenso. Os alunos busca-

<p>investigativo foi baseado em pesquisas na Internet e nos jornais sobre prévias eleitorais.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ O relatório final apresentado pelo grupo concentrou-se na publicação dos dados estatísticos relacionados com a pesquisa sobre a preferência eleitoral dos estudantes da Universidade. 	<p>ram informações sobre o tema com o especialista, em publicações da Prefeitura de Campinas, do Partido dos Trabalhadores e em jornais e em revistas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ O grupo apresentou um relatório bastante consistente contendo informações sobre o assunto investigado, os resultados da pesquisa relacionada com o tema (que eles realizaram com os alunos da Universidade), como também um resumo do trabalho desenvolvido na escola municipal de Campinas. 	<p>ram informações em páginas na Internet indicadas pelo especialista, em publicações relacionadas com o tema, em reportagens em jornais, em revistas e na televisão.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ O grupo apresentou um relatório bastante consistente com as informações obtidas em suas investigações e também com as discussões matemáticas realizadas.
---	---	--

3. Algumas reflexões.

Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Crítica à baixa adesão dos universitários em discussões políticas e a percepção da importância da realização de prévias eleitorais. ▪ Discussões políticas sobre questões importantes relacionadas com a realidade brasileira, realizadas entre eles, com o professor, com a classe e no debate organizado na Universidade. ▪ Participação na decisão sobre a realização desse debate, na sua organização, no trabalho de coleta de dados e na geração de resultados. ▪ Participação no debate, nas entrevistas na revista Antena e na TV PUC. ▪ Crítica à postura do professor em relação ao processo de análise dos dados obtidos. ▪ Discussões sobre a relatividade da democracia brasileira caracterizada, muitas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Discussões entre o grupo, com o professor e na escola municipal sobre a importância da democracia, não apenas em relação à livre escolha de governantes ou aos algoritmos sobre sistemas de votação, mas, principalmente, em relação à participação da população em discussões e em decisões sobre assuntos que são do interesse da comunidade. ▪ Participação atuante nas conversas com o coordenador do Orçamento Participativo em Campinas na formulação de questões e na condução das entrevistas. ▪ Participação na decisão da escolha do contexto externo para a discussão do trabalho realizado pelo grupo. ▪ Conhecimento de uma realidade social diferente da sua. ▪ Envolvimento no trabalho 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Discussões entre o grupo, com o professor e na sala de aula sobre questões relacionadas com tributação e com o imposto de renda. ▪ Reflexões importantes também relacionadas com a democracia e das quais destaque: críticas sobre possíveis injustiças existentes no atual modelo brasileiro de cobrança do imposto de renda e discussões sobre a viabilidade de alíquotas superiores a 27,5%; preocupações com a desigual distribuição de renda no país e com o acesso da população aos serviços sociais sem que haja qualquer tipo de discriminação; discussões sobre a relação tributo/cidadania e sobre a necessidade do envolvimento de toda a sociedade no combate a sonegação, a corrupção e a impunidade.

<p>vezes, por certa parcialidade da imprensa em campanhas eleitorais.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Importância do trabalho para a formação do professor de matemática. 	<p>externo tanto em relação à discussão sobre os resultados da investigação quanto na preparação e na condução das atividades com os alunos da escola municipal.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Percepção da importância e da necessidade do estudante universitário envolver-se com setores carentes da comunidade e atuar nela como um agente de mudança. ▪ Importância do trabalho para a formação do engenheiro-cidadão. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conhecimento de uma realidade social diferente da sua. ▪ Percepção da importância e da necessidade do estudante universitário envolver-se com setores carentes da comunidade e atuar nela como um agente de mudança. ▪ Envolvimento com os adolescentes do COMEC através dos trabalhos com a Internet e com as aplicações da matemática em questões do cotidiano. ▪ Percepção de caminhos para a realização de trabalhos voluntários e da importância desses trabalhos para a sociedade e para a formação da sua cidadania.
---	--	--

4. Envolvimento com construção de modelos e relacionamento entre o trabalho e a matemática curricular.

Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ambos intensos. ▪ Os modelos relacionados com dimensionamentos de amostras precisaram ser construídos, como também alguns tópicos de inferência precisaram ser estudados pelos alunos (esses assuntos não eram curriculares). ▪ Relacionamento com o currículo através da geração de gráficos e de tabelas com o Excel. ▪ Discussão matemática bastante intensa. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Construção de modelo pouco explorado. ▪ Relacionamento com o currículo através dos tópicos da estatística descritiva. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ambos bastante intensos. ▪ Construção de modelo para cobrança do imposto de renda (funções definidas por sentenças matemáticas). ▪ Relacionamento com o currículo através do estudo de funções, da continuidade da função em um ponto e sua relação com os limites laterais nesse ponto, da derivada como taxa de variação e como coeficiente angular da reta tangente, da relação entre derivada e continuidade e do significado do gráfico “escada”. ▪ Discussão matemática bastante intensa

5. Compartilhamento do conhecimento com a comunidade.

Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
<ul style="list-style-type: none"> ▪ No debate realizado na PUC-Campinas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Na escola municipal Dr. João Alves dos Santos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Com os colegas de classe ▪ Com adolescentes do COMEC.

6. Contribuição do trabalho para o crescimento pessoal do estudante e para a formação da sua cidadania.

Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Através do envolvimento com questões sociais e políticas presentes na realidade brasileira (a partir das discussões no grupo, na participação na pesquisa sobre intenção de votos e no debate na Universidade com base nos dados obtidos nessa pesquisa). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Através do envolvimento com questões sobre orçamento municipal e sobre participações populares e democráticas na definição de prioridades para a comunidade. ▪ Através do conhecimento de outra realidade, diferente da sua e da atuação na comunidade compartilhando com ela o conhecimento adquirido com o trabalho. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Através do envolvimento com questões sociais e políticas relacionadas com o tema. ▪ Através do conhecimento de outra realidade, diferente da sua. ▪ Através da contribuição, a partir de um trabalho voluntário, no processo de recuperação de jovens que cometeram algum tipo de infração.

7. Contribuição do trabalho para a formação acadêmica do estudante.

Comum a todos os cenários. Através do envolvimento em investigações matemáticas e sobre os temas de interesse. Alguns participantes, após a conclusão dos trabalhos continuaram envolvidos com atividades no Laboratório de Ensino de Matemática.

8. Discussão do trabalho com os colegas de classe.

Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
<ul style="list-style-type: none"> ▪ No último dia de aula através da discussão dos resultados e da exploração dos dados e na geração de gráficos e tabelas, conduzida pelos integrantes do grupo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No último dia de aula através da discussão dos resultados do projeto “Estresse entre universitários” e da exploração de conceitos de estatística a partir dos resultados do teste de Burnout. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Em uma aula durante o curso. Os integrantes do grupo apresentaram os seus resultados e discutiram com os colegas de classe o modelo de cálculo do imposto de renda e os conceitos matemáticos relacionados com esse modelo.

9. O papel da tecnologia informática.

Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Como apoio às técnicas estatísticas utilizadas na pesquisa quantitativa sobre intenção de votos, realizada entre os estudantes. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Na construção da página do grupo que foi utilizada para divulgação dos resultados e para a realização da pesquisa quantitativa sobre 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Na construção da página do grupo que foi utilizada para divulgação dos resultados. ▪ Como instrumento de

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Como auxiliar na construção de conhecimentos. 	<p>o tema, realizada com os estudantes da Universidade.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Como apoio às técnicas estatísticas utilizadas nessa pesquisa. ▪ Como auxiliar na construção de conhecimentos. ▪ Como apoio ao trabalho desenvolvido na escola municipal. 	<p>apoio nas simulações realizadas para comparar diversos modelos de cobrança do imposto de renda.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Como instrumento pedagógico para o trabalho realizado com os adolescentes do COMEC, tanto em relação à Internet quanto em relação ao uso do Excel. ▪ Como auxiliar na construção de conhecimentos.
---	---	--

10. A participação do especialista.

Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
<ul style="list-style-type: none"> ▪ O prof. Pedro contribuiu na definição das variáveis e na análise dos dados a partir dos relatórios gerados pelos alunos. Organizou o evento para a discussão dos dados obtidos. ▪ Entretanto, os alunos entenderam que o trabalho também poderia ter sido realizado sem a participação do especialista. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O coordenador do OP, Sr. José Braga forneceu informações sobre o tema e indicou fontes de leitura. ▪ O grupo considerou essa participação importante para a realização do trabalho. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O prof Adabo sugeriu as primeiras leituras para o grupo. ▪ A equipe da Receita Federal em Campinas forneceu informações e coordenou uma palestra para todos os alunos sobre o tema Tributos e Impostos. ▪ A professora Rita contribuiu conosco na opção pelo COMEC e também para que o trabalho pudesse ser realizado.

11. A interdisciplinaridade.

Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
<ul style="list-style-type: none"> ▪ O trabalho interdisciplinar foi realizado com a disciplina Política, do curso de Ciências Sociais. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Envolvimento dos estudantes com composição de orçamentos e com questões políticas, sociais e econômicas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Envolvimento dos estudantes com questões tributárias, fiscais, educacionais, sociais e políticas

8.2. As dificuldades no passado ...

Em trabalhos com projetos alguns problemas ocorrem com frequência. Dentre eles encontram-se a dificuldade com a coordenação de vários grupos (e na maioria das vezes com múltiplos temas), a dispersão de um dos integrantes do

grupo sobrecarregando o trabalho dos demais, a dificuldade para a obtenção de dados e/ou informações, o descumprimento de cronogramas acarretando atrasos, os problemas com computadores, a necessidade do envolvimento de pessoas externas ao grupo, a limitação imposta pelos muros da escola, a locomoção quando se trata de trabalho externo, e a estrutura de bibliotecas e/ou falta de hábito dos alunos em freqüentá-las. Esses problemas, que chamo de operacionais, merecem atenção porque dificultam o bom andamento das atividades planejadas pelo professor. Alguns deles estiveram presentes no meu trabalho, mas foram superados a contento.

Do mesmo modo foram contornadas as dificuldades relacionadas com os ambientes externos para o compartilhamento dos resultados obtidos pelos grupos. Essas dificuldades são comentadas juntamente com as narrativas dos respectivos cenários. Delas, a mais complexa envolveu o episódio que se encerrou com a escolha dos adolescentes do COMEC para o trabalho que foi desenvolvido pelos integrantes do cenário “Matemática e Cidadania”.

Além dessas dificuldades, dois outros fatos chamaram a minha atenção. O primeiro deles, percebido em todos os cenários, diz respeito à falta de iniciativa dos alunos em relação ao planejamento das atividades que deveriam ser executadas. Apesar do espaço democrático eles sempre aguardavam a minha orientação sobre o que fazer e como fazer. Acredito que essa “dependência do professor” tenha como principal razão o fato dos alunos não estarem acostumados com liberdades de ação em atividades acadêmicas. Entretanto, essa falta de iniciativa dos alunos também pode ser debitada à sua insegurança em relação aos procedimentos a serem adotados (afinal, até então, as atividades na sala de aula eram sempre direcionadas pelo professor) e ao seu desconhecimento dos caminhos que deveriam ser seguidos durante a realização do trabalho. Para o aluno é difícil saber como chegar até a revista Antena, a TV PUC, às direções da FEBEM, do COMEC ou de uma escola municipal ou estadual. Também não é fácil para ele tomar decisões sobre escolha de tarefas, estratégias pedagógicas ou correções de rumo quando os meios adotados mostram-se inadequados.

Assim, a organização de espaços externos à sala de aula depende muito do esforço e do envolvimento do professor. Em geral, é dele a responsabilidade pela escolha dos ambientes externos à sala de aula, pelos contatos necessários para que as atividades sejam desenvolvidas, pela preparação dessas atividades e pelo acompanhamento do trabalho realizado pelos alunos.

O segundo fato tem a ver justamente com esse esforço e com esse envolvimento do professor. Como disse em outros momentos, ao realizar este trabalho também tive a intenção de avaliá-lo como uma proposta pedagógica (e, para isso, adaptações são necessárias principalmente quando se pretende envolver todos os alunos da classe). Com meu olhar nessa possibilidade procurei, em cada um dos cenários, registrar a minha participação nos encontros com os estudantes, nas reuniões com os especialistas, na organização dos contextos externos, na preparação das atividades e na condução dos trabalhos nesses ambientes fora da sala de aula.

Com base nos meus registros nos diários de campo observei que o tempo dedicado à realização do trabalho correspondeu, em média, a 35% do tempo destinado ao desenvolvimento curricular da disciplina. Os dados sobre essa relação compõem o apêndice H. A necessidade de um amplo envolvimento do professor em trabalhos dessa natureza também foi confirmada pelos participantes nas entrevistas que realizamos. Considero relevante essa preocupação com o acréscimo na jornada de trabalho docente, pois, como disse anteriormente, no Brasil, o professor, para sua sobrevivência precisa assumir muitas aulas, na maioria das vezes em escolas e em contextos diferentes.

Além disso, considero igualmente importante enfatizar que o professor que optar por explorar essa vertente política conjuntamente com a aplicação da modelagem (ou com a de qualquer outro instrumento pedagógico) deverá estar ciente de que enfrentará desafios que extrapolam o dia-a-dia de uma aula tradicional de matemática, composto geralmente de ações previsíveis e realizadas com a única intenção de transmitir as informações intrínsecas ao conteúdo programático. Ele deverá estar ciente de que precisará deixar inúmeras vezes a “tranqüilidade” de uma sala de aula tradicional, o que Borba e Penteado (2001)

chamam de zona de conforto do professor, e ingressar em um campo de desconforto ou, como dito anteriormente, em uma zona de risco, caracterizado pela necessidade de posicionamentos políticos, por muitas indagações, pelo envolvimento constante com os alunos e pelas freqüentes participações em atividades fora da escola.

8.3. E um olhar para o futuro

Após quase quatro anos de trabalho me aproximo do final desta minha trajetória como estudante de pós-graduação em Educação Matemática. Nesse período me envolvi intensamente com leituras, com planejamentos, com os estudantes que, como atores, atuaram nos cenários construídos e com reflexões sobre a modelagem como instrumento de ação política e social na aula de matemática.

Agora, com meu olhar para o futuro retomo o final do capítulo anterior quando me referi à necessidade da ampliação da participação estudantil nos cenários para investigação. Disse, naquele momento, que via a divulgação dos resultados obtidos pelos grupos de trabalho e principalmente a organização continuada dos cenários para investigação nas disciplinas de matemática como formas de ampliar a participação discente nesses ambientes.

Além disso, na seção anterior, ao analisar as dificuldades com o desenvolvimento deste estudo destaquei a falta de iniciativa dos alunos em relação ao planejamento das atividades que deveriam ser realizadas como sendo uma situação problemática que necessitava de mais atenção. Disse também que essa “inércia” em relação a iniciativas sobrecarrega o trabalho do professor que opta por essa conduta política na sala de aula, já que todas as atividades dependem da sua ação.

Assim, como tenho interesse em, de um lado, ampliar a participação estudantil e, de outro lado, criar condições para que esses estudantes também se responsabilizem pela organização das atividades nos cenários, planejo meus próximos passos mantendo meu interesse em continuar a pesquisar a

modelagem como um instrumento de ação político-pedagógica e buscando novos horizontes de atuação, porém com a intenção de enfrentar essas duas situações.

No momento pretendo reorganizar a proposta de construção de cenários nas disciplinas (como constante neste trabalho), caminhando na direção de um cenário único, com uma estrutura organizacional que facilite as atividades de extensão universitária (através de trabalhos voluntários e comunitários) e possivelmente anexado ao Laboratório de Ensino de Matemática (LEMA) da PUC-Campinas. Com este procedimento, os projetos de modelagem, organizados nas minhas disciplinas (e talvez em disciplinas ministradas por outros professores), estarão também vinculados a esse cenário, facilitando uma possível integração entre todos os participantes. Penso em uma página na Internet, exclusiva para o cenário (em substituição à *página* desta pesquisa) para ser: a) um elo de comunicação entre os atores e entre o ambiente e a comunidade externa; b) um espaço para divulgação dos resultados dos trabalhos realizados.

Como os objetivos deste estudo encontram-se em sintonia com os dos grupos de pesquisa de que faço parte (Modelagem Matemática, na PUC-Campinas e Educação Estatística, na Pós-graduação em Educação Matemática da UNESP de Rio Claro), planejo integrá-lo em ambos os grupos, ampliando assim a possibilidade de acesso para outros interessados. Da mesma forma considero possível integrar este trabalho com outros grupos de pesquisa, relacionados ou não com a modelagem, mas que tenham como interesse investigar possibilidades da matemática na sala de aula como instrumento de mudanças ou de questionamentos sociais. Vejo a *página* do cenário atuando também como um pólo de comunicação entre esses grupos de pesquisa.

Por fim penso também em retomar o projeto correspondente ao traçado original do meu estudo e relacionado com as aplicações dos recursos da educação a distância ao trabalho com a modelagem, porém mantendo a intencionalidade da discussão política na sala de aula “virtual” como objeto de interesse investigativo.

Otávio Roberto Jacobini

Outubro, 2004

BIBLIOGRAFIA

- ABBAGNANO, N. Dicionário de filosofia. SP. Mestre Jou, 1982. 976 p.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa. S.P.: Pioneira, 1998.
- ANTON, H. Cálculo: um novo horizonte. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.
- ARANTES, P. E. Horkheimer e Adorno. Coleção Os Pensadores. S.P.: Nova Cultural, 1989. 155 p.
- ARAÚJO, J. L. Cálculo, tecnologia e modelagem matemática: as discussões dos alunos. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002; 173 f
- BALDINO, R. R. Desenvolvimento de essências de cálculo infinitesimal. Universidade Santa Úrsula, R.J.: v. 4, 1998. 125 p. (Série Reflexão em Educação Matemática).
- BARBIER, R. A pesquisa-ação. V. 3. Brasília: Plano, 2002. 157 p. (Série Pesquisa em Educação).
- BARBOSA, J. Modelagem matemática: Concepções e Experiências de Futuros Professores. Tese de Doutorado – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001. 253 f
- BASSANEZI, R. C.; FERREIRA, W. C. Equações diferenciais com aplicações. SP: Harbra, 1988. 572 p.
- BASSANEZI, R. Modelagem matemática. Dynamis Revista Tecno-Científica. Blumenau, S.C..v. 2, n. 7, p. 55 – 83,1994.
- BASSANEZI, R. Modelagem matemática em ensino-aprendizagem. Curso de especialização ministrado para professores da rede pública do Estado de São Paulo. Projeto financiado pela FAPESP, 1999.
- BASSANEZI, R.C. Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia. S.P.: Contexto, 2002. 389 p.

BICUDO, I. Educação matemática e ensino de matemática. Revista Temas & Debates, Sociedade Brasileira de Educação Matemática. Rio Claro, ano IV, n. 3, p. 31 – 42, 1991.

BICUDO, M. A V. Ensino de matemática e educação matemática: algumas considerações sobre seus significados. Revista Boletim de Educação Matemática - BOLEMA, UNESP, Rio Claro, ano 12, n. 13, p. 1 a 11, 1999.

BIEMBENGUT, M. S. Modelação matemática como método de ensino-aprendizagem de matemática em cursos de 1º e 2º graus. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1990.

BIEMBENGUT, M. S. Modelagem & Etnomatemática: pontos (in)comuns. In I Congresso Nacional de Etnomatemática. USP, São Paulo, 2000.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. Modelagem matemática no ensino. S.P.: Contexto, 2000. 127 p.

BLUM, W. Applications and modelling in mathematics teaching and mathematics education – some important aspects of practice and of research. In: SLOYER, C; BLUM, W e HUNTLEY, I. (org.) - Advances and perspectives in the teaching of mathematical and applications, p. 1 – 20, 1995.

BORBA, M.C. Um estudo de etnomatemática: sua incorporação na elaboração de uma proposta pedagógica para o núcleo-escola da favela da Vila Nogueira-São Quirino. 1987. 266 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1987.

BORBA, M. C. Calculadoras gráficas e educação matemática. RJ: Santa Úrsula, 1999. 133 p. (Série reflexão em educação matemática).

BORBA, M. C.; MENEGHETTI, R. C.; HERMINI, H. A. Modelagem, calculadora e interdisciplinaridade na sala de aula de um curso de Ciências Biológicas. Revista de Educação Matemática. Ano 5, v. 1, p. 63 – 69, 1997.

BORBA, M. C.; BOVO, A. A. Modelagem em sala de aula de matemática: interdisciplinaridade e pesquisa em biologia. Revista de Educação Matemática. Ano 8, Nº 6 e 7, 2001/2002.

- BORBA, M.C.; PENTEADO, M. G. Informática e educação matemática. Coleção Tendências em Educação Matemática. B.H.: Autêntica, 2001, 98 p.
- BORBA, M.C.; SKOVSMOSE , O. The ideology of certainty in mathematics education. For the learning for mathematics, Kingston, v. 17, n. 3, p 17 – 23, 1997.
- BOUTINET, J. P. Antropologia do projeto. Porto Alegre: ARTMED, 2002, 318 p.
- BRADSTREET. T. E. Teaching introductory statistics courses so that nonstatistician experience Statistical reasoning. The American Statistician, v. 50, n. 1, p. 69 – 78, 1995.
- BURAK, D. Modelagem matemática: uma metodologia alternativa para o ensino de matemática na 5ª série. 1987. 186 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1987.
- BURAK, D. Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem. 1992. 329 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1992.
- CARRERA DE SOUZA, A. C. O sujeito da paisagem: Escritos de educação Matemática e de Educação Ambiental. 2001. 173 f. tese (Livre docência) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.
- COHN, G. Adorno e a teoria crítica da sociedade. In: Cohn, G. (org.), Theodor W. Adorno. S.P.: Ática, p 7 a 30, 1986 (Coleção Grandes Cientistas Sociais).
- COMEC – Centro de Orientação ao Menor de Campinas. Disponível em <www.sites.mpc.com.br/comec>. Acesso em: agosto/setembro, 2003.
- D'AMBRÓSIO, U. Etnomatemática. SP: Ática, 1990, 88 p.
- D'AMBRÓSIO, U. Matemática, ensino e educação: uma proposta global. Temas & Debates. Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática. Rio Claro. Ano IV, n. 3, p. 1 a 16, 1991.
- D'AMBRÓSIO, U. On environmental mathematics education. Zentralblatt für didaktik der Mathematik, Eggenstein Leopoldshafen, 6, p. 171-174, 1994.
- D'AMBRÓSIO, U. Educação matemática: da teoria à prática. São Paulo: Papirus, 1996, 121 p.

- D'AMBRÓSIO, U. A história da matemática: questões historiográficas e políticas e reflexos na Educação Matemática. In: BICUDO, Maria Aparecida V. (org.). Pesquisa em educação matemática: concepções & perspectivas. Rio Claro: UNESP, p. 97 – 116, 1999.
- D'AMBRÓSIO, U. Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica, 2001a. 107 p.
- D'AMBRÓSIO, U. Mathematics and peace: a reflection on the basis of western civilization, 2001b.
- DEMO, P. Metodologia científica em ciências sociais. São Paulo: Editora Atlas, 1995.
- DENZIN N. K.; LINCOLN, Y. S. Introduction: Entering the Field of Qualitative Research. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Eds.). Handbook of Qualitative Research. California: Sage Publications. Cap. 1, p. 1-17, 1994.
- DIETZ, E. J. A cooperative learning activity on methods of selecting a sample. The American Statistician, vol. 47, nº 2, p. 104-108, 1993.
- DINIZ, M. I. V de S. Uma visão de ensino de matemática. Temas & Debates, Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática. Rio Claro, ano IV, n. 3, p. 27 a 30, 1991.
- DOS BRASILEIROS, só 23% sabem fazer contas. O Estado de São Paulo, São Paulo, p. A14, 9 set. 2004.
- ERNEST, P. Investigações, resolução de problemas e pedagogia. In: ABRANTES, P.; LEAL, L.; PONTE, J.P. (org). Investigar para aprender. Lisboa, p. 28 – 48,1998.
- FERREIRA, D. H. L. O tratamento de questões ambientais através da modelagem matemática: um trabalho com alunos do ensino fundamental e médio. Tese (doutorado). 281 f. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio claro, 2003.
- FINNEY, R. L.; WEIR, M. D.; GIORDANO, F. R. Cálculo: George B. Thomas. 15ª edição. S.P.: Addison Wesley, v. 1, 2002.

FLEMING, D. M; LUZ; E. F. ; COELHO, C. Desenvolvimento de material didático para educação à distância no contexto da educação matemática. Disponível em: <www.abed.org.br>. Acesso em: julho, 2002.

FRANCHI, R. H. de O. L. A modelagem matemática como estratégia de aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral nos cursos de Engenharia. 1993. 148 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1993.

FRANCHI, R. H. de O. L. Uma proposta de matemática para cursos de Engenharia utilizando modelagem matemática e informática. Tese (doutorado), 175 f. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio claro, 2002.

FRANKENSTEIN, M. Relearning mathematics: a different third – radical maths. Londres: Free Association Books, 1989.

FREIRE, P. Educação como prática da liberdade. 4. ed., R.J.: Paz e Terra, 1974. 150 p.

FREIRE, P. Pedagogia do oprimido. 6. ed., R.J.: Paz e Terra, 1978. 218 p.

FREIRE, P. Ação cultural para a liberdade. 6. ed. S.P.: Paz e Terra, 1982. 149 p.

FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 26. ed., S.P.: Paz e Terra, 2003. (1ª edição em 1996). 148 p.

GALBRAITH, P. Modelling, teaching, reflecting – What I have learned. In: SLOYER, C; BLUM, W e HUNTLEY, I. (org.) The Teaching of Mathematical and Applications. p. 1 – 20, 1995.

GOLDENBERG, M. A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. R.J.: Record, 1998. 107 p.

GOLDENBERGER, E. P.; CUOCO, A. A. What is dynamica geometry? In: R.Lehrer; D. Chazan (eds.). Designing learning environments for developing understanding of geometry and space. USA: Lawrence Erlbaum, p. 351-367, 1998.

GRACIAS, T. S.; BORBA, M. C. Explorando possibilidades e potenciais limitações de calculadoras gráficas. Revista Educação e Matemática, n. 56, janeiro/fevereiro, 2000.

GREENBERG, B. S. The basic practice of statistics – Minitab guide for Moore's. New York: W. H. Freeman and Company, 1995.

HERNANDEZ, F. Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho. Tradução Jussara H. Rodrigues. Porto alegre: ARTMED, 1998.

HERNANDEZ, F.; VENTURA, M. A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um calidoscópio. Tradução Jussara H. Rodrigues. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

HITCHCOCK, G.; HUGHES, D. Research and the teacher: a qualitative introduction to school-based research. Routledge, London, 1995.

HOYLES, C.; NOSS, R. What can digital technologies take from and bring to research in mathematics education. In: Second International Handbook of Mathematics Education. Dordrecht, NL: Kluber Academic Publishers, 2003.

HUDSON, B. ; BORBA, M. The role of technology in the Mathematics Classroom. Micromath, v. 15/1, p. 19 – 23, 1999.

IMENES, L. M.; LELLIS, M. Matemática. S.P.: Scipione, quatro v., 1997.

JABLONKA, E. Mathematical Literacy. In: Second International Handbook of Mathematics Education. Dordrecht, NL: Kluber Academic Publishers, 2003.

JACOBINI, M. L. P. Metodologia do trabalho acadêmico. Campinas. Editora Alínea, 2003.

JACOBINI, O. R. A modelação matemática aplicada no ensino de estatística em cursos de Graduação. 1999. 155 f. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

JACOBINI, O. R.; WODEWOTZKI, M. L. L. A modelagem matemática aplicada no ensino de estatística em cursos de graduação. Bolema – Boletim de Educação Matemática, UNESP, Rio Claro, ano 14, n. 15, p. 47 a 68, 2001.

JACOBINI, O. R.; WODEWOTZKI, M. L. L. Usando simulação e distribuição amostral para introduzir conceitos de variabilidade amostral, intervalos de confiança e margem de erro. In: 47ª Reunião Anual da Região Brasileira da sociedade Internacional de Biometria. UNESP. Rio Claro. Disponível em CD-Rom, 2002.

JACOBINI, O. R.; WODEWOTZKI, M. L. L. Mathematical modeling and distance education: an analysis of application in graduation courses. In: International conference about teaching and learning in higher education: new trends and innovations. Universidade de Aveiro, Portugal, 2003a.

JACOBINI, O. R.; WODEWOTZKI, M. L. L. A modelagem matemática com o apoio dos recursos da educação à distância e da tecnologia. In: XI Conferência Interamericana de Educação Matemática — XI - CIAEM. Blumenau, S.C., 2003b.

KAISER-MESSMER, G. Application-oriented mathematics teaching: a survey of the theoretical debate. In: NISS, M.; BLUM, W; HUNTLEY, I. Teaching of mathematical modeling and applications. Chichester: Ellis Horwood, p. 83-92, 1991.

LEIBNIZ, H. C.; LIDSET, A. S. Modelling by differential equations. In 10th International Congress on Mathematical Education. Trabalho apresentado no Grupo de Estudos de Tópicos 20 (TSG – 20). Copenhagen, 2004.

LEON, R. V.; PARR, W. Use of course home pages in teaching statistics. The American Statistician. February, v. 54, n. 1, 2000.

LEVINE, D. M.; BERENSON, M. L.; STEPHAN D. Estatística: teoria e aplicações. RJ.: Livros Técnicos e Científicos, 2000.

LÉVY. P. Cibercultura. Tradução Carlos I. da Costa. S.P.: Editora 34, 2000.

LINCOLN, Y. S.; GUBA, E. G. Naturalistic Inquiry. Califórnia: Sage Publications. Newbury Park London, 1985.

LINS, R. C. Por que discutir teoria do conhecimento é relevante para a Educação Matemática. In: BICUDO, Maria Aparecida V. (org.). Pesquisa em educação matemática: concepções & perspectivas. Rio Claro: UNESP, p. 75 - 94, 1999.

LIPP, M. (org.). O stress do professor. Campinas: Papirus, 2002.

LO PRETE, R. Pesquisa-alavanca põe institutos na berlinda. Folha de São Paulo, 3 mar, 2002, caderno Brasil.

LOPES, A. J. (Bigode). Matemática hoje é feita assim. São Paulo: FTD S.A. (quatro volumes), 2000.

- MACHADO, J. N. Cidadania e educação. S.P.: Escrituras, 1997 (Coleção Ensaio Transversais).
- MACHADO, J. N. Educação: projeto e valores. S.P.: Escrituras, 2000. (Coleção Ensaio Transversais).
- MALONE, C. J.; BILDER, C. R. Statistics courses web sites: beyond syllabus.html. Journal of Statistics Education, v. 9, n. 2, 2001.
- MARSHALL, T.H. Cidadania, classe social e status. R.J.: Sahar, 1967.
- MATOS, O. C.F. A escola de Frankfurt: luzes e sombras do iluminismo. SP. Editora Moderna, 2003.
- MELLIN-OLSEN, S. The Politics of Mathematics Education. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland, 1987.
- MENDONÇA, M do C. D. Problematização: um caminho a ser percorrido em educação matemática. Tese de Doutorado; 307 f. – Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, Campinas, 1993.
- MONTEIRO, A. O ensino de matemática para adultos através do método modelagem matemática. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1991.
- MONTEIRO, A.; POMPEU Jr., G. A matemática e os temas transversais. S.P: Moderna, 2001.
- MOORE, David S. The basic practice of statistics. New York: W.H. Freeman and Company, 1995.
- MOORE, David S. Statistics: concepts and controversies. New York: W.H. Freeman and Company, 1997.
- NISKIER, A. Tecnologia educacional: uma visão política. Petrópolis: Vozes, 1993.
- ONUICHIC, L. R. Ensino e aprendizagem de matemática através da resolução de problemas. In: BICUDO, Maria Aparecida V. (org.). Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas, UNESP, Rio Claro, p. 199 – 218, 1999.

ONUCHIC, L. de la R.; ALLEVATO, N. S. G. Novas Reflexões sobre o ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (orgs.). Educação Matemática: pesquisa em movimento. SP.: Cortez, p. 213 – 231, 2004.

OXFORD ADVANCED LEARNER'S DICTIONARY. Oxford University Press. Oxford, 1989.

PENTEADO, M. G. Redes de trabalho: expansão das possibilidades da informática na educação matemática. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (orgs.). Educação Matemática: pesquisa em movimento. SP.: Cortez, p. 283 – 295, 2004.

PESQUISA de intenção de voto é assunto de TV. Revista Antena, Puc-Campinas. Ano III, n.24, p. 10, out, 2002.

PONTE, J. P. Literacia Matemática. In: Congresso literacia e cidadania, convergências e interfaces. Centro de Investigação em Educação “Paulo Freire”, Universidade de Évora. Publicado em CD-ROM, 2002.

PONTE, J. P.; CANAVARRO, A. P. Matemática e novas tecnologias. Universidade Aberta, Lisboa, 1997.

PONTE, J. P.; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. Investigações matemáticas na sala de aula. B.H. Editora Autêntica, 2003.

REALE, G.; ANTISERI, D. História da filosofia: do romantismo até nossos dias. v 3 2.ed.: S.P.: Paulus, 1991.

SCHLEMMER, E. Projetos de aprendizagem baseados em problemas: uma metodologia interacionista/construtivista para a formação de comunidades em ambientes virtuais de aprendizagem. Revista Colabor@ – Revista Digital da CVA-RICESU; v.1, n. 2, nov, 2001. Disponível em: <http://www.ricesu.org.br/colabor@/>.

SECRETARIA de Finanças – Prefeitura Municipal de Campinas. Administração participativa de recursos municipais e equilíbrio do orçamento, 2002.

SKOVSMOSE, O. Towards a philosophy of critical mathematics education. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1994.

- SKOVSMOSE, O. Critical mathematics education: some philosophical remarks. In: International Congress on Mathematics Education. Selected lectures. Sevilha: S. A. E. M., p. 413 - 425, 1996.
- SKOVSMOSE, O. Mathematics as part of technology. Educational studies in mathematics. Dordrecht: v.19, p. 23 – 41,1998.
- SKOVSMOSE, O. Cenários para Investigação. Boletim de Educação Matemática - BOLEMA, Rio Claro: Ano 13, n. 14, p. 66 a 91, 2000.
- SKOVSMOSE, O. Educação Matemática Crítica: A Questão da Democracia. Campinas: Papirus, 2001a.
- SKOVSMOSE, O. Mathematics in action: a challenge for social theorizing. In: Proceedings 2001 Annual Meeting: Canadian Mathematics Education Study Group. University of Alberta. Canadá, 2001b.
- SKOVSMOSE, O; BORBA, M. C. Research methodology and critical mathematics education. Koskilde: Centre for Research in Learning Mathematics, Royal Danish School of Educational Studies, n. 17, 2001.
- SPINA, C. O. C., Modelagem matemática no processo ensino-aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral para o ensino médio. 2002. 162 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual paulista, Rio Claro, 2002.
- STEPHENSON, W. R. A study reaction to the use of Minitab in an Introductory course. The American Statistician. V. 47, n. 2. p. 149 – 154, 1990.
- SZYMANSKI, H., ALMEIDA, L. R.; PRANDINI, R. C. A. R. A entrevista na pesquisa em educação: a prática reflexiva. Brasília: Plano, v. 4, 2002. 86 p. (Série: Pesquisa em Educação).
- TEACHING AND LEARNING IN HIGHER EDUCATION: NEW TRENDS AND INNOVATIONS. International conference. Universidade de Aveiro. Portugal, 2003.
- THIOLLENT, M. Metodologia da Pesquisa-Ação. S.P. Editora Cortez, 1996.

THOMAS, M.; HOLTON, D. Mathematics teacher education and technology. In: Second International Handbook of Mathematics Education. Dordrecht, NL: Kluwer Academic Publishers, 2003.

VALENTE, J. A. Pedagogia de Projetos. Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED – Unicamp). Disponível em <<http://www.unicamp.nied.edu.br>>. Acesso: julho, 2003.

VILLIERS, M. An alternative approach to proof in dynamic geometry. In: R. Lehrer; D. Chazan (eds.). Designing learning environments for developing understanding of geometry and space. USA: Lawrence Erlbaum, p. 369 – 393, 1998.

VITHAL, R.; CHRISTIANSEN, I.; SKOVSMOSE, O. Project work in university mathematics education: a danish experience. Aalborg University. Educational Studies in Mathematics, n. 29, p. 199 – 223, 1995.

WEFFORT, F. C. Educação e Política: reflexões sociológicas sobre uma pedagogia da liberdade. In: FREIRE, P. Educação como prática de liberdade. R.J.: Paz e Terra, p. 3-26, 1974.

WICKERT, M. L. O futuro da educação à distância no Brasil. Palestra apresentada em mesa redonda sobre o mesmo título na Universidade de Brasília em 5 abr., 1999.

WONG, N. The influence of technology on the mathematics curriculum. In: Second International Handbook of Mathematics Education. Dordrecht, NL: Kluwer Academic Publishers, p. 271 – 321, 2003.

APÊNDICE A – Formato do diário de campo

DIÁRIO DE CAMPO - ATA:

34

Data

Início:

Término:

Duração:

PRESENTES: 1. Pesquisador e todos os integrantes
2. Pesquisador e Grupo Estresse
3. Pesquisador e Grupo O. P.
4. Pesquisador e Grupo D. T em Campinas
5. Pesquisador e Grupo Eleições
6. Pesquisador e Assessores -
7. Pesquisador e outros -

TEMA DO: 1. Encontro; 2. Reunião c integrantes; 3. Reunião c assessores;
4. Reunião c outros; 5. Palestras; 6. Outros -

-
-

Local: Sala de Aula

Avaliação do encontro:

1. Não deveria ter ocorrido; 2. Não proveitoso;
3. Proveitoso; 4. Muito Proveitoso

Filmagem: 1. C/ vídeo

2. C/ gravador; 3. C foto
4. Não há document.

DESCRIÇÃO DA REUNIÃO:

APÊNDICE B1

Roteiro para a entrevista a ser realizada com os integrantes dos grupos e participantes do projeto

- Lembrando as perguntas:

1. A pergunta principal: (Como) É possível construir com alunos **extraídos** (substituir a palavra) de cursos e de salas de aula em que a pedagogia predominante é orientada pelo “paradigma do exercício”, ambientes de aprendizagem de matemática que sejam centrados na investigação, tanto em relação ao conteúdo matemático quanto ao envolvimento desse conteúdo com a realidade?
2. Que contribuições os recursos tecnológicos podem trazer a esses ambientes e qual é melhor forma de utiliza-los?
3. É possível integrar nesses ambientes de aprendizagem estudantes provenientes de diferentes cursos de graduação e de diferentes disciplinas relacionadas com a matemática?
4. Que condições são necessárias, tanto em relação a infraestrutura quanto ao trabalho docente (tempo, ambiente e envolvimento) para que cenários de aprendizagem com essas características sejam construídos e implementados?

A) Entrevistas Individuais:

A1) Apresentação e Introdução: Após a conclusão do projeto “...” gostaria de conversar um pouco com você sobre o trabalho que foi realizado pelo grupo, tanto em relação à sua importância para os conhecimentos estatísticos adquiridos como para a integração desses conhecimentos à realidade do cotidiano em que esse tema se insere.

Preciso gravar essa nossa conversa para depois analisá-la com mais atenção. Preparei um roteiro, mas ele será utilizado apenas como norteador das perguntas que desejo fazer.

A2) Identificação do entrevistado:

1. Nome; Idade; Curso, Profissão dos pais
2. Cidade onde mora: relatar a cidade que mora com os pais, se viaja diariamente, se mora em república, etc..
3. Fale um pouco sobre a sua experiência em morar sozinho em uma cidade grande como Campinas (se for o caso).
4. Como é a sua relação com os colegas de classe, de moradia, da faculdade, etc.

A3) Em relação à sua formação escolar (ensinos fundamental e médio)

1. A escola era pública ou particular? Fale um pouco sobre ela e sobre os professores.

Abordar pontos como:

- As aulas eram tradicionais e centradas no professor ou havia espaço para discussões e investigações dentro e fora da sala de aula?
- Havia estudo do meio? Havia incentivo ao trabalho em grupo e ao desenvolvimento de projetos?
- Havia integração entre as disciplinas? Como ela ocorria?
- Havia incentivo às leituras e a pesquisa fora da sala de aula (bibliotecas ou internet)?
- A escola utilizava recursos tecnológicos como instrumentos pedagógicos? Quais?

2. E sobre o ensino de matemática? Fale um pouco sobre ele destacando pontos como:

- Você gostava das aulas?
- Como você se considerava em relação à Matemática? Você entendia os conceitos e as aplicações com facilidade?
- Como elas eram desenvolvidas (conceitos teóricos, demonstrações de teoremas, exercícios modelos e depois outros similares)?
- Havia integração com outras disciplinas?Quais?
- Havia incentivo a investigações sobre a importância da matemática e sobre o seu relacionamento com questões do dia-a-dia? Fale um pouco sobre isso.
- Você via relações entre o que você aprendia em matemática com situações do seu cotidiano? Como eram essas relações?
- Os recursos tecnológicos eram utilizados nas aulas de matemática? Quais?

3. (E sobre a sua opção no vestibular? Fale um pouco sobre ela, destacando pontos como:

- A razão da sua escolha? A escolha pela Puc Campinas? Você prestou vestibular para alguma escola pública? Qual? Para que curso?
- A matemática teve alguma influência na sua escolha?)

A4) Em relação ao curso de Engenharia:

1. (Como você vê a importância da Matemática (e da Estatística) na formação do engenheiro?)

2. Alguma outra disciplina incentiva o trabalho investigativo? E o trabalho com projetos? Quais? Fale um pouco sobre isso.

A5) Em relação ao ambiente de aprendizagem de matemática.

1. A proposta sobre o meu projeto de pesquisa e que apresentei aos alunos estava clara e bem fundamentada?

2. Que razões o levaram a aceitar participar do ambiente de aprendizagem?

3. O que você pode dizer do trabalho em grupo (ou em grupos). Comente sobre:

- A composição do grupo. Como ela ocorreu? Que razões foram consideradas para a sua composição? Vocês aproveitaram experiências anteriores com trabalho em grupo? Quais?
- A integração entre os componentes do grupo (divisão de tarefas, discussões, envolvimento, etc.)
- A integração entre os grupos.

4. Estava claro para você que o trabalho com o projeto "" iria propiciar investigações não só relativas aos conteúdos estatísticos relacionados com o tema, mas também investigações relativas a outros aspectos do tema em estudo e fora da estatística (sociais, por exemplo)? E o que você achou da experiência? Fale um pouco sobre isso, abordando principalmente:

- As consultas que você fez sobre o tema e as discussões decorrentes. Quais pontos foram mais significativos e chamaram mais sua atenção? Como eles o ajudaram a refletir sobre o tema de estudo?
- As entrevistas realizadas.
- A experiência com a coleta de dados.
- A elaboração do relatório.
- O seminário sobre o resultado do trabalho.
- A compreensão do tema, o aprofundamento sobre os seus significados e a sua relevância no meio (enquanto universitário e enquanto cidadão).

5. Em relação às investigações vinculando a estatística e o tema de trabalho, abordamos principalmente tópicos relacionados com a estatística descritiva. Como você analisa essa vinculação? E o que você acha dessa forma pedagógica de trabalhar a estatística? Alguns pontos para comentários:

- A aplicação prática dos conceitos.
- A necessidade de interpretações dos resultados.
- A contribuição para a aprendizagem.

6. Comente sobre o papel da tecnologia e sobre a sua importância para o desenvolvimento do projeto. Abordar os pontos:
 - A necessidade da construção de home page.
 - A utilização da home page (do professor e do grupo) para a divulgação de resultados.
 - A troca de correspondências através do correio eletrônico.
 - A utilização de software específico para a coleta de dados através da página.
 - A utilização do Excel no trabalho estatístico.
 - O papel do professor no trabalho com o software.
 - Sugestões para novos encaminhamentos.
7. Comente sobre a importância da participação do especialista em relação:
 - Ao apoio para a compreensão do tema.
 - À definição das variáveis para a pesquisa sobre o assunto.
 - À interpretação dos resultados.
 - À necessidade real da presença do especialista no ambiente de aprendizagem.
8. Comente sobre a importância da realização do trabalho com projeto, tanto sob o ponto de vista pedagógico como para a sua formação enquanto cidadão.
9. Na sua opinião houve integração entre os grupos. Se não, por que, na sua opinião ela não ocorreu?
10. Após esses momentos em que trabalhamos juntos, está claro para você o que é um ambiente de aprendizagem centrado na investigação? Explique com as suas palavras.

A6) Como foi exposto neste projeto, procuro construir com alunos matriculados em cursos e em disciplinas diferentes um cenário de investigação composto de ambientes de aprendizagem cujos temas de trabalho abordem tópicos matemáticos também diferentes. É intenção neste estudo analisar a integração entre esses ambientes e a sua continuidade em semestres seguidos. No primeiro deles, que agora se encerra, os tópicos da estatística descritiva se constituíram no objeto de interesse matemático. Nos dois próximos ambientes pretendo abordar tópicos do cálculo diferencial e integral e de inferência estatística. Em relação a essa continuidade, pergunto:

1. O que você sugere para ser incluído ou alterado nesses dois novos ambientes?
2. A partir da sua experiência neste primeiro ambiente de aprendizagem, você acharia

interessante contribuir com os futuros participantes, auxiliando com orientações, palestras, apoios no uso da tecnologia, etc.?

3. Algum outro comentário?

B. Entrevistas com o grupo:

Explorar pontos das entrevistas individuais e que não ficaram claros ou surgiram após essas entrevistas.

APÊNDICE B2

Roteiro para a entrevista a ser realizada com os integrantes do cenário “Matemática e Cidadania”

Apresentação e Introdução: Após a conclusão dessa etapa do projeto “IR” gostaria de conversar um pouco sobre o trabalho que foi realizado pelo grupo, tanto em relação à sua importância para os conhecimentos matemáticos como para a integração desses conhecimentos com a realidade do cotidiano em que esse tema se insere. Preciso gravar essa nossa conversa para depois analisá-la com mais atenção. Preparei um roteiro, mas ele será utilizado apenas como norteador das minhas perguntas. Após a transcrição da nossa conversa vou enviá-la para você conferir e alterar o que achar necessário

A) Em relação à sua formação escolar (ensinos fundamental e médio)

1. Havia estudo do meio, incentivo ao trabalho em grupo ou ao desenvolvimento de projetos?
2. Havia integração entre as disciplinas? Como ela ocorria?
3. Havia incentivo às leituras e a pesquisa fora da sala de aula (bibliotecas ou internet)?
4. Como eram as aulas de matemática? Elas se baseavam em conceitos teóricos, demonstrações de teoremas, exercícios modelos e depois outros similares?
5. Havia integração entre a matemática e outras disciplinas? Quais?
6. Havia incentivo a investigações sobre a importância da matemática e sobre o seu relacionamento com questões do dia-a-dia? Fale um pouco sobre isso.
7. Você via relações entre o que você aprendia em matemática com situações do seu cotidiano? Como eram essas relações?

B) Em relação ao trabalho investigativo que realizamos:

1. Que razões o levaram a aceitar participar do ambiente de aprendizagem?
2. Sobre o trabalho em grupo:
 - Como se deu a organização do grupo se organizou? Vocês aproveitaram experiências anteriores com trabalho em grupo? Quais?
 - Como se deu a integração entre os componentes do grupo (divisão de tarefas, discussões, envolvimento, etc.)
3. Estava claro para você que o trabalho com o projeto “IR” iria propiciar investigações não só relativas aos conteúdos matemáticos relacionados com o tema, mas também investigações relativas a outros aspectos do tema em estudo e fora da matemática?
4. Em relação às investigações vinculando o tema de trabalho e o conteúdo matemático, o que você achou dessa prática pedagógica de trabalho?

- a) E sobre a necessidade de interpretar os resultados obtidos.
- b) E sobre a contribuição dessa investigação no processo de aprendizagem.
5. Comente sobre o papel da tecnologia e sobre a sua importância para o desenvolvimento do projeto. Abordar os pontos:
- Sobre a home page. O que você achou do papel da home page? Como poderia ser melhorado? E sobre a minha home page?
 - Sobre o e-mail para troca de correspondências?
 - E sobre o Excel como apoio ao trabalho?
 - E sobre o papel do professor no apoio ao trabalho com o software?
 - Sugestões para novos encaminhamentos.
6. Comente sobre a importância da participação do especialista:
- Em relação às sugestões para o desenvolvimento do trabalho.
 - Você gostaria de ter conversado pessoalmente com o prof Adabo?
 - O que você achou da palestra com o especialista da Receita Federal?
 - Você considera necessária e importante a participação de especialistas sobre o tema investigado para o desenvolvimento do trabalho? Sugestões.
7. Na sua opinião houve integração entre os grupos de trabalho. Se não, por que ela não ocorreu?
8. Para a próxima questão, gostaria que você respondesse por e-mail os itens destacados, após refletir bastante sobre eles:
- a) O que você significou para você participar dessa experiência pedagógica e que contribuições esse trabalho investigativo trouxe para você?
- b) O que você achou da tarefa de realizar consultas extra-matemática e das discussões decorrentes dessa consultas? Quais foram os pontos mais significativos e que mais chamaram sua atenção? Como eles o ajudaram a refletir sobre a importância do tema e sobre a sua relação com a matemática?
- c) O que você achou da experiência de elaborar um relatório escrito com os resultados obtidos com o trabalho investigativo?
- d) O que significou para você a realização desse trabalho? Você acha que ele contribuiu para a sua formação tanto como futuro engenheiro como quanto cidadão? De que forma?
- e) Para você, a participação nesse trabalho contribuiu para mostrar uma visão diferente da matemática? De que forma?
- f) Você acha que a matemática tem também um papel social importante e que ela

pode trazer contribuições significativas para a Sociedade, além é claro da sua importância curricular (conteúdo próprio de matemática)?

Apêndice C**Formulário para inscrição do cenário****Atividade: Grupo de Trabalho (G T)****Integrantes do Grupo** (no máximo quatro e todos da mesma Faculdade)

Faculdade:	Análise de Sistemas	-	Engenharia de Computação	-
-	Nome	RA	e-mail	
1	-	-	-	
2	-	-	-	
3	-	-	-	
4	-	-	-	

Tema de Interesse do Grupo. Atribui conceitos de 1 a 6, em ordem crescente, de acordo com a preferência do grupo (1 – maior interesse, em seguida 2, 3, ...)

Nº do tema	Tema de Interesse	Preferência do Grupo
T1	Política – Orçamento Participativo	-
T2	Política – Eleições 2002	-
T3	Comportamental – Estresse entre universitários	-
T4	Comportamental – Estresse entre professores universitários	-
T5	Tema Livre	-
T6	Tema Livre	-

Atenção: Antes de fazer a sua inscrição, consultem o texto explicativo sobre as atividades que se espera que os grupos de trabalho realizem como também os resultados que são desejados. Consultem também o calendário previsto para as atividades.

Enviar o formulário de inscrição, corretamente preenchido para:

otavio@puc-campinas.br

-

APÊNDICE D

Questões relacionadas com as prévias eleitorais para o grupo responder

Imagine que alguém, sabendo que vocês estão realizando uma pesquisa sobre intenção de votos faça ao grupo as seguintes perguntas.

1. O Datafolha em sua última prévia eleitoral, realizada na semana passada mostra um crescimento bastante expressivo do candidato J. Genuíno e um crescimento pequeno do candidato à reeleição G Alkimin. Se essas tendências de crescimento se mantiverem, em que momento (dia/mês) a situação entre o segundo lugar (do atual Governador) e o terceiro, do candidato petista se inverterão.
2. E se a intenção de votos em G. Alkimin não sofre mais alterações (se mantiver constante no último patamar alcançado) e a do Genuíno continuar crescendo de forma constante, mas inferior ao crescimento atual, quanto deverá ser essa taxa de crescimento de Genuíno, para que a situação se inverta a 3 dias antes da eleição?
3. Se a taxa de crescimento de G Alkimin se mantiver constante, mas 15% menor do que a atual e se Maluf não sofrer mais nenhuma oscilação (nem para mais e nem para menos), o que se espera que ocorra no dia da eleição?
4. Se Lula mantiver a mesma taxa de crescimento da última prévia eleitoral, será possível a sua vitória ainda no primeiro turno?
5. Comparar essas situações com a pesquisa eleitoral a ser publicada nessa semana pelo Datafolha. Corrigir os dados se houver alteração e refazer as suas respostas.
6. Qual a relação com o teor das perguntas feitas com o conceito de derivada? Explique com suas palavras

Para responder as perguntas acima

1. Consultar na internet as duas últimas prévias do Datafolha, tanto para Governador como para Presidente.
2. Responder as questões matematicamente e depois mostrar essas situações através de um gráfico, deixando em pontilhado as linhas de previsões.

Responder essas questões até 5ª feira, 19/9.

APÊNDICE E

Trabalho de estatística no laboratório de informática - 26/11/02

Preencher o questionário abaixo com as informações solicitadas. Elas serão utilizadas para o trabalho prático que faremos no laboratório de informática, logo após a tabulação de todas elas.

Anote a alternativa no espaço a ela destinada.

- A. Idade _____ anos.
- B. Pontuação em relação ao seu grau de estresse _____
- C. Você acha que o resultado apresentado pelo teste reflete de fato o seu grau de estresse?
 1. Sim. 2. Em termos. 3. Não
- D. Número total de horas de estudo (incluindo o tempo na escola) e de trabalho (ou estágio ou similar), por semana _____ horas.
- E. Desde o seu início no curso de Engenharia de Computação, quantas vezes você ficou reprovado em disciplinas? _____
- F. Como você se considera no curso de Engenharia de Computação:
 1. Um ótimo aluno; 2. Um bom aluno; 3. Um aluno regular; 4. Um mau aluno
- G. Você frequenta a biblioteca:
 1. Sim, muitas vezes; 2. Raramente; 3. Nunca
- H. Como você classifica este curso de Estatística?
 1. Muito difícil; 2. Razoavelmente difícil; 3. Fácil; 4. Não sei avaliar
- I. Como você avalia o trabalho sobre Estresse, realizado pelo grupo da Débora, do Luis Antonio e da Vanessa?
 1. Ótimo; 2. Bom; 3. Razoável; 4. Ruim. 5. Não sei opinar;
- J. Como você avalia o trabalho sobre o Orçamento Participativo, realizado pelo grupo da Janaina, do Rodrigo e do Thomas?
 1. Ótimo; 2. Bom; 3. Razoável; 4. Ruim. 5. Não sei opinar;

• **O QUE VOCÊ DEVE FAZER:**

1. Entregar este questionário respondido ao professor para a digitação dos dados.

2. Obter, em seguida, na página abaixo, os dados de todos os alunos.

www.puccampinas.edu.br/jacobini/disciplina/estatística/informática/trabalhoEC.

3. Extrair desses dados todas as informações estatísticas que foram estudadas no curso e que estão detalhadas abaixo:

3.1. Em relação às variáveis quantitativas (A, B e D): resumo estatístico, histograma, relacionamento entre as variáveis (correlação, diagrama de dispersão e reta de regressão).

3.2. Em relação à variável B, admitindo que os dados sejam amostrais, construir intervalos de confiança para a pontuação média obtida, variando de 90% a 99%, de 1% em 1%.

3.3. Verificar a normalidade dos dados das variáveis A, B e D.

3.4. Admitindo que os dados da variável B sejam normais (mesmo que não sejam), encontrar, usando os comandos apropriados do Excel:

a) $P(X < \bar{x} - 0,9 \times s)$; b) $P(X > \bar{x} + 0,5 \times s)$; c) $P((\bar{x} - 1,3 \times s) < X < (\bar{x} + 2,1 \times s))$

d) x tal que $P(X < x) = 0,67$; e) x tal que $P(X > x) = 0,17$; f) $P(-x < X < x) = 0,83$

3.5. Admitindo novamente essa normalidade, quantos estudantes obtiveram pontuações entre $(\bar{x} - 1,3 \times s)$ e $(\bar{x} + 2,1 \times s)$. Comparar esse resultado com os dados reais.

3.6. Em relação às demais variáveis (C, E, F, G, H, I, J K), obter tabelas de frequência contendo as porcentagens de alunos em cada categoria. Esboçar gráficos de coluna ou em “pizza” para essas variáveis.

3.7. Escolha três variáveis categorizadas e faça o relacionamento entre elas (duas a duas), mostrando esse relacionamento em um tabela e em um gráfico em coluna.

4. Entregar, individualmente, o relatório com as informações solicitadas no dia e no horário da prova, 3 de dezembro. Somente os alunos que participaram da atividade no dia 27 de novembro.

5. Entregar junto com esse relatório o questionário em anexo. As respostas nesse questionário serão utilizadas por mim na pesquisa que realizo e relacionada com o trabalho de investigação em sala de aula e apoiado pela tecnologia. Essas respostas serão muito importantes para o meu trabalho. **Não deixe de responder.**

APÊNDICE F

Questionário proposto aos alunos da 8ª série da Escola Municipal Dr João Alves dos Santos

Responder preenchendo no espaço ou no quadro o número correspondente:

- A. Sexo: 1. Masculino; 2. Feminino
- B. Idade _____ anos
- C. Além de estudar, você também trabalha?
1. Sim. 2. Não
- D. Você gosta da sua escola?
1. Sim. 2. Mais ou Menos. 3. Não
- E. Você percebe diferenças entre a direção anterior da sua escola e a atual?
1. Sim. 2. Mais ou Menos. 3. Não
Comentários: _____

- F. O que você acha que precisa ser melhorado na sua escola?

- G. Você gosta das aulas de Matemática?
1. Sim. 2. Mais ou Menos. 3. Não
- H. Você consegue entender as explicações do professor de Matemática?
1. Sempre. 2. Quase sempre. 3. Raramente. 4. Nunca
- I. Você gosta de trabalhar com o computador?
1. Sim; 2. Mais ou Menos; 3. Não
- J. O que você acha dos computadores da escola?
1. Muito Bom ; 2. Razoável; 3. Ruim; 4. Não conheço.
- K. Você costuma freqüentar a sala de computadores da escola?
1. Sim, com freqüência; 2. Apenas algumas vezes; 3. Não
- L. Você gostaria de aprender a planilha eletrônica Excel?
1. Sim; 2. Não, porque já conheço; 3. Não
- M. Você entendeu as explicações que demos sobre o orçamento de Campinas?
1. Sim, bastante; 2. Mais ou Menos; 3. Não

- N. Você entendeu as explicações que demos sobre o Orçamento Participativo adotado pela Prefeitura de Campinas?
1. Sim, bastante; 2. Mais ou Menos; 3. Não
- O. E o que você acha da participação da população na composição do orçamento da cidade?
1. Muito interessante; 2. Mais ou menos interessante; Nada interessante;
- P. O que você achou dessa nossa presença na escola?
1. Muito interessante; 2. Mais ou menos interessante; 3. Não gostei

APÊNDICE G

PROJETO MATEMÁTICA E CIDADANIA

Subprojeto: A matemática em nosso dia-a-dia

- **Introdução**

A matemática está presente em nosso dia-a-dia. Quando vamos ao supermercado, consultamos extratos bancários, quantificamos o tempo gasto com uma atividade, falamos em índices diversos, balanceamos nossos alimentos, prevemos o futuro do nosso clube no campeonato que está sendo disputado, pensamos no aumento dos alimentos ou da gasolina, a matemática faz-se presente explícita ou implicitamente.

O subprojeto “Matemática em nosso dia-a-dia” faz parte do projeto “Matemática e Cidadania” e foi construído com a intenção de relacionar a matemática escolar com questões do cotidiano dos estudantes e, através dessa relação, revisar conceitos constantes dos programas curriculares desenvolvidos nas aulas formais do ensino fundamental e do ensino médio. Planejamos nesse subprojeto desenvolver, com estudantes de alguma escola pública de Campinas, um conjunto de atividades relacionadas com frações, porcentagem e tópicos estatísticos.

- **Participantes:**

Em uma primeira etapa, participaram da elaboração das atividades os alunos: Arlindo Leal Boiça Neto, Cleiton Burger Patrício Flavio Jose Bianchini Filho e Carolina Coelho de Oliveria. Depois, a aplicação do trabalho com adolescentes do COMEC – Centro de Orientação ao Adolescente de Campinas – foi realizada pelos alunos Alexander Flacker, Danilo Monteiro de Souza, Fábio Mattavelli, Leonardo Bianchoni, Pedro Paulo Monteiro e Rafael de Paula Lopes. Todos os participantes são alunos de Cálculo do Curso de Engenharia de Computação. O professor Otavio supervisionou o desenvolvimento dos trabalhos.

Este trabalho pedagógico e de solidariedade foi desenvolvido no período de 10 a 27 de agosto, no Laboratório de Ensino de Matemática e dele participaram os adolescentes do COMEC: Lidiane, Luis Gustavo, Paulo Henrique e Sandro.

- **Atividades desenvolvidas no trabalho**

O Material utilizado nas atividades foi elaborado com base no livro texto Matemática de Luiz Marcio Imenes e Marcelo Lellis (1997). Esse material, composto de cinco conjuntos de atividades, está detalhado abaixo:

Atividade 1:

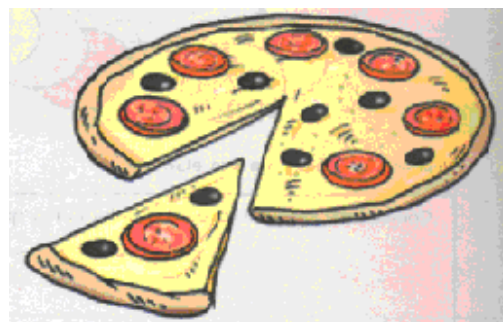
1. Você precisa pintar de vermelho as pastilhas do painel abaixo. Se Você cobrar R\$ 0,10 por pastilha, quanto você vai receber por esse serviço de pintura?

serão necessários? Se a empresa de ônibus cobra de aluguel R\$ 500,00 por ônibus, quanto a Diretoria do clube vai gastar com o transporte dos torcedores?

2. Se o estádio onde o jogo vai ser realizado tiver capacidade para 28.000 torcedores e se destes apenas 25% de ingressos forem colocados para os torcedores do seu time, quantos ingressos estarão disponíveis? Se a Diretoria do seu time, após um longo processo de negociação conseguiu 8400 ingressos, qual será a porcentagem de torcedores do seu time no estádio?
3. Se no dia do jogo, o seu time contava com o apoio desses 8400 torcedores e 150 ônibus de 40 lugares trouxeram torcedores, quantos vieram por conta própria? Se o estádio estava lotado, quantos torcedores incentivavam o time adversário? E se apenas três quartos dos ingressos foram vendidos e dos quais 8.400 eram torcedores do seu time, qual era o tamanho da torcida adversária?
4. Se a Diretoria decidir distribuir os ingressos entre esses 960 torcedores e se o preço cobrado por ingresso é de R\$ 10,00 quanto será gasto com os ingressos? E quanto será gasto no total, com ônibus e com ingressos?
5. Se os preços dos ingressos são diferentes para adultos e para crianças com 12 anos ou menos (R\$ 10,00 para os adultos e metade desse valor para as crianças) e se dentre os torcedores 340 são crianças, quanto será gasto com os ingressos? E se apenas 20% forem crianças?
6. A empresa de ônibus possui também microônibus de 24 lugares e cobra por esse veículo um aluguel de R\$ 320,00. Se a Diretoria decidir por esse modelo de transporte para os torcedores, quantos microônibus serão necessários?
7. Se 940 torcedores se inscreverem, que distribuição entre ônibus e microônibus será mais vantajosa? Quanto vai custar?
8. Para estimar gastos (com transporte e ingresso), a diretoria decide fazer várias projeções para os ônibus de 40 lugares e contando sempre com 30% de crianças e com todos os lugares nos ônibus preenchidos. Como fazer essa simulação de gastos para no máximo 100 ônibus? Se a Diretoria do time adversário e mandante do jogo colocar à disposição 8400 lugares, quanto será gasto pela Diretoria do seu time? (**Excel!**)

Atividade 3:

1. Observe essa bela pizza de mussarela desenhada ao lado. Alguém vai ganhar o primeiro pedaço, com um tomate. Com base no tamanho desse pedaço, quantos outros felizardos vão também ganhar um pedaço igual a esse? Cada um deles vai ganhar uma parte da pizza, correspondente a uma fração da pizza equivalente a _____.



E se cada um ganhar dois pedaços, quantos serão os felizardos? Como representar isso como fração da pizza? Agora, se 8 pessoas estiverem querendo comer uma fatia, a pizza precisará ser dividida em quantas partes? E cada parte corresponde a que fração? Desenhe essa situação.

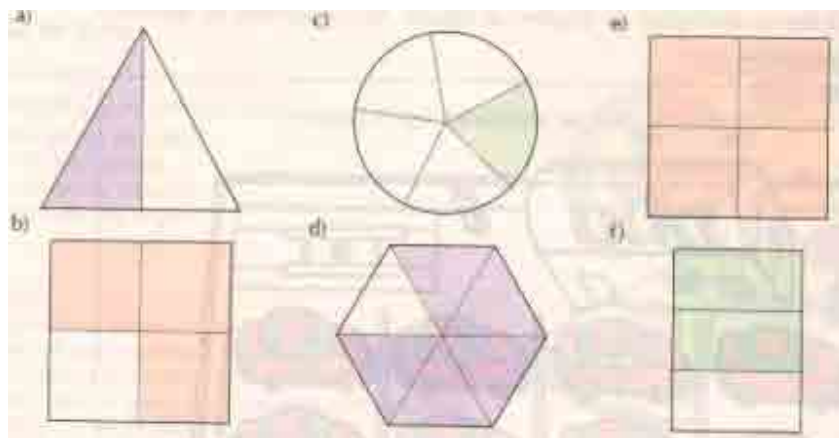
2. Na padaria, dividiram esta pizza em partes iguais e venderam cada pedaço por 1 real e 50 centavos. Dê o preço de

- a) $\frac{3}{6}$ da pizza;
b) $\frac{2}{6}$ da pizza; d) $\frac{1}{2}$ da pizza;
c) $\frac{1}{3}$ da pizza;. e) da pizza toda.

3. Um quarto de um queijo custa dois reais. Dê o preço de:

- a) $\frac{3}{4}$ do queijo;
b) $\frac{4}{4}$ do queijo;
c) do queijo todo.

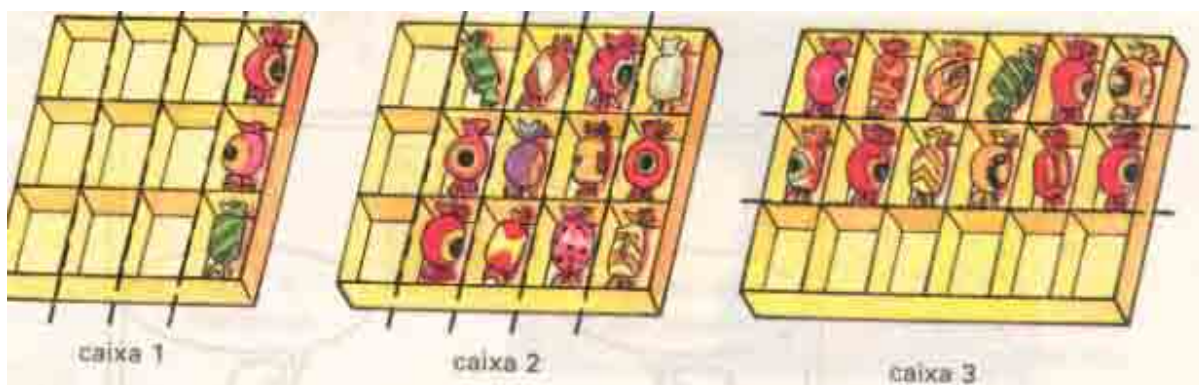
4. Que parte da figura está pintada? Responda com uma fração



5. O mapa mostra as estradas que ligam as cidades X, Y, Z e W à capital C. As estradas estão divididas em partes iguais. Em cada estrada há um caminhão indo para a capital. Complete a tabela com a fração correspondente.



6. Já foram retirados $\frac{3}{4}$ dos bombons da caixa 1. Que fração dos bombons já foi retirado da caixa 2? E da 3?



Atividade 4:

- Uma pesquisa realizada com 380 meninos de uma escola, com idades variando entre 12 e 16 anos, revelou que 80% deles gostam de jogar futebol, que 15% gostam mais de outros esportes e, os restantes não gostam de praticar nenhuma atividade esportiva.
 - Que porcentagem de meninos não gosta de praticar nenhum esporte? Quantos são eles
 - Quantos meninos gostam de jogar futebol?
 - Quantos gostam de outros esportes?
 - Se nessa escola há 560 meninas, qual a porcentagem de meninas na escola?
- O time do Goiás, no atual campeonato brasileiro anda mal das pernas e é um dos últimos colocados. Entretanto, um dos seus jogadores, Timba, é o artilheiro da competição, tendo marcado 19 gols.

- a) Se Timba marcou 50% dos gols marcados pelo Goiás no campeonato brasileiro, quantos gols ele marcou até o momento?
- b) Se o Goiás disputou 25 partidas e conseguiu obter apenas 25 pontos, que porcentagem dos pontos conseguiu o Goiás? Lembre-se que cada partida vencida vale 3 pontos.
- c) Se o Cruzeiro, que é um dos líderes da competição obteve 48 pontos nessas 25 partidas, quantos pontos ele perdeu? E quanto isso significa em porcentagem?
- d) Se o Guarani, outro disputante do campeonato conseguiu 46,7% dos pontos possíveis nessas 23 partidas, quantos pontos ele obteve até o momento?
- e) E se a Ponte Preta, grande rival do Guarani obteve 5 pontos a menos na classificação geral, que porcentagem de pontos ela conseguiu?
3. Um quilo de carne de vaca que custava no mês de junho 8 reais e, em julho, sofreu um reajuste de 12%. Qual é o novo preço do quilo de carne? Se reajustes diferenciados ocorrerem nos produtos mostrados na tabela abaixo, quais vão ser os novos preços desses produtos no mês de seguinte?

Unidade	Produto	Preço atual	% de reajuste	Valor do reajuste	Preço reajustado
quilo	Coxa de frango	R\$ 5,00	10%		
unitário	Pãozinho de 50 g	R\$ 0,20	5%		
Litro	Leite	R\$ 1,10	8%		
quilo	Café	R\$ 3,30	15%		
quilo	Açúcar	R\$ 0,95	5%		
quilo	Arroz	R\$ 1,50		R\$ 1,80	
unitário	Passagem de ônibus	R\$ 1,60		R\$ 0,20	
caixa	Remédio A	R\$ 32,00	2,5%		
caixa	Remédio B	R\$ 10,50		R\$ 1,50	
caixa	Remédio C	R\$ 19,00			R\$ 22,00
unitário	Assinatura telefone			R\$ 3,80	R\$ 30,37
KWH	Tarifa Energia Elétrica	R\$ 0,26			R\$ 0,30
Metro ³	Tarifa de água	R\$ 0,99		R\$ 1,29	
Litro	Gasolina		4%		R\$ 2,05
unidade	Livro de Matemática	R\$ 25,00	13%		
mensal	Salário Mínimo	R\$ 240,00		R\$ 60,00	
mensal	Aluguel	R\$ 350,00	6%		

4. Se uma família consumia no mês de junho as quantidades mostradas na tabela abaixo, qual era o seu gasto mensal em relação a esses produtos antes do reajuste? Quanto ela vai gastar após o reajuste? Que porcentagem média de reajuste essa família vai ter?

Produto	Consumo	Preço atual	Gasto Atual	Preço reajustado	Gasto depois reajuste
Coxa de frango	8 kg	R\$ 5,00			
Pãozinho de 50 g	120 unid	R\$ 0,20			
Leite	30 l	R\$ 1,10			
Café	2,5g	R\$ 3,30			
Açúcar	6 kg	R\$ 0,95			

Arroz	10 kg	R\$ 1,50			
Passagem de ônibus	200 unid	R\$ 1,60			
Remédio A	1 caixa	R\$ 32,00			
Remédio C	2 caixas	R\$ 19,00			
Assinatura telefone	1 unid				
Tarifa Energia Elétrica	150 kwh	R\$ 0,26			
Tarifa de água	20 m ³	R\$ 0,99			
Gasolina	80 l				
Aluguel	1 unid	R\$ 350,00			

5. Quando fazemos uma compra a prestação, o preço costuma ter um acréscimo. Nos dias de hoje, em que as taxas de juros estão nas alturas a situação é muito pior e por isso evite crediário. Um tênis, por exemplo, que custa R\$ 75,00, se for comprado à prestação e em quatro prestações mensais, ficará 42% mais caro. Nesse caso, qual será o preço final do tênis? Qual será o valor de cada prestação?
6. O ingresso para o futebol teve um reajuste de 10% na semana passada e mais 10% hoje! Puxa, o aumento foi de 20%. Esta afirmação está errada. Por que? Qual foi a porcentagem final do aumento? Imagine para sua resposta que o preço inicial do ingresso fosse de R\$ 10,00 e calcule o preço final depois dos dois aumentos. Veja que ele é maior do que o que corresponde a 20%.
7. Depois de grande negociação com o patrão, Gustavo teve seu salário de R\$ 300,00 reajustado para R\$ 320,00. Pedro, por sua vez, que ganhava um pouco menos, R\$ 250,00, teve também o mesmo reajuste de R\$ 20,00. Quem teve maior porcentagem de aumento?
8. O Prefeito de uma cidade aumentou o número de ônibus nas ruas esperando que se as pessoas usassem menos seus automóveis a poluição diminuiria. Isso realmente ocorreu. Os índices de poluição daquele ano foram três quintos dos índices do ano anterior. Qual a porcentagem de redução na poluição?
9. Estamos muito acostumados com inflação, que corresponde à média de aumentos de preços, medida por determinados índices (IGP-M, DIEESE, FIPE, etc.). Agora, nos últimos dias, os jornais anunciam que estamos passando por um período de deflação (que corresponde à reduções médias nos preços, medidos por esses mesmos índices). Quando tem inflação, a indústria e o comércio correm como coelhos para reajustar seus preços, mas quando há deflação, eles andam com passo de tartaruga (isso quando o fazem). Se, no mês de julho segundo um determinado índice a deflação foi de 0,85%, qual deveria ser o novo preço de um carro popular que hoje tem seu preço anunciado em R\$ 13.000,00? E quais deveriam ser os preços dos produtos constantes na tabela do exercício 3?
10. Um trabalhador recebe um salário bruto de R\$ 1.400,00, dos quais são descontados 9% para a previdência social (que pagará a sua aposentadoria) e 5% de imposto de renda. Qual é o valor de cada desconto e quanto é o salário líquido desse trabalhador?

11. As mulheres dirigem melhores do que os homens! Isso é o que dizem as companhias de seguros de automóveis, que dão descontos quando os carros são dirigidos por mulheres. Alguns dados sobre as proporções de acidentes de carros dirigidos por homens e mulheres encontram-se na tabela abaixo. Complete essa tabela e tire suas conclusões.

motorista	Nº de carros	Nº de acidentes	% de acidentes
HOMENS		567	1,7%
MULHERES		126	
TOTAL	50.400		

12. O exercício abaixo é um verdadeiro quebra-cabeça! Pense bastante e discuta com o grupo para resolve-lo. A tabela abaixo apresenta o número de votos e a porcentagem obtida por cada candidato nas últimas eleições para Prefeito de Tiririca da Serra. Quem ganhou as eleições? Quem ficou em segundo lugar? E em terceiro? E em último?

CANDIDATO	VOTOS	%
NHÔ TICO		27%
NHÔ TECO	2.800	
ZÉ DAS COUVES		15%
BRANCOS/NULOS	3.000	
TOTAL		

Atividade 5:

1. A ELEKTRO é a companhia de energia elétrica de Rio Claro. As tarifas residenciais são calculadas por faixas, em função do consumo mensal seguindo a seguinte formulação:

- Residências com consumos inferiores a 30 kwh, pagam R\$ 0,067590 por kwh consumido.
- Residências que consomem mais do que 30 e menos do que 100, pagam, R\$ 0,067590 para o consumo até 30 kwh e R\$ 0,115840 sobre o que exceder a 30 kwh.
- Residências que consomem mais do que 100 kwh pagam, R\$ 0,067590 para o consumo até 30 kwh, R\$ 0,115840 para o que exceder a 30 até 100 e R\$ 0,173760, sobre o excedente a 100 kwh.

Quanto vai pagar uma residência que consome 25 kwh? E uma outra, cujo consumo é de 60 kwh? E se o consumo for de 162 kwh? Construir, no Excel, uma planilha para o cálculo da tarifa de energia da ELEKTRO. Construir, com o Excel, um gráfico que mostra a relação taxa/consumo.

2. Em determinada cidade a tarifa mensal de água é cobrada da seguinte forma: para um consumo de até 10 m³ a tarifa é um valor fixo iguala R\$ 8,00; o que é

consumido entre 10 m^3 e 20 m^3 é pago R\$ 1,00 por m^3 e o que excede a 20 m^3 é pago R\$ 1,40 por m^3 . Quanto pagará uma residência nessa cidade cujo consumo é igual a 13 m^3 ? E uma cujo consumo é de 25 m^3 ? Construir, no Excel, uma planilha para o cálculo da tarifa de água. Construir, com o Excel, um gráfico que mostra a relação taxa/consumo.

3. A Prefeitura de uma cidade decide cobrar o IPTU (imposto predial e territorial urbano) de forma diferenciada para as residências, em função de suas metragens. Assim, residências com metragens inferiores a 100 m^2 pagarão uma taxa anual fixa de R\$ 500,00. As residências com metragens superiores a 100 m^2 pagarão também R\$ 500,00 mais um valor proporcional ao excedente dos 100 m^2 , da seguinte forma: R\$ 10,00 por m^2 excedente aos 100 m^2 até 200 m^2 ; R\$ 15,00 ao excedente a 200 m^2 até 300 m^2 e R\$ 25,00 ao que exceder aos 300 m^2 . Quanto vai pagar de IPTU uma residência de 80 m^2 ? E uma com 180 m^2 ? E se ela tiver 350 m^2 ? Construir, no Excel, uma planilha para o cálculo do IPTU dessa cidade. Construir, com o Excel, um gráfico que mostra a relação taxa/consumo.
4. Você acha justo esta forma de cobrança diferenciada? Discuta com seus colegas de grupo.

APÊNDICE H

Curso: Estatística

68 horas

N	Data	Local	Atividade	Tempo		
1	30/jul	Prefeitura	Espec. Subprefeita	30		
3	31/jul	Puc	Especialista Estresse	30		
5	05/ago	Sala de aula	Geral	90		
2	05/ago	Prefeitura	Especialista OP	30		
4	21/ago	Puc	Geral	75		
11	03/set	Sala de aula	Grupo OP	60		
12	04/set	Prefeitura	Especialista OP	90		
14	13/set	Sala de aula	Espec. Liliane/Grupo	90		
20	24/set	Sala de aula	Palestra	90		
21	03/out	Sala de aula	Grupo Estresse	90		
24	29/out	Laboratorio	Grupo OP	90		
25	13/nov	Escola Municipal	Conversa c/ Diretora	60		
26	14/nov	Laboratorio	Grupo OP e Estresse	30		
27	24/nov	Escola Municipal	Contexto externo	90		
30	28/nov	Escola Municipal	Contexto externo	90		
32	05/dez	Sala de aula	Encerramento	60		
34	17/dez	Clube Cultura	Formatura	120		
				1215	20,25	30%

Curso: Instrumentação para o Ensino de Matemática

34 horas

9	29/ago	sala de aula	Grupo	60		
13	05/set	Puc	Especialista e grupo	90		
15	10/set	sala de aula	Grupo	90		
16	17/set	sala de aula	Grupo/Jornalista	180		
17	20/set	Puc	Grupo/Ciencias Sociais	60		
18	23/set	Laboratorio	Grupo	150		
19	23/set	Puc	Debate	150		
22	04/out	Laboratorio	Grupo	120		
23	25/out	Laboratorio	Grupo	90		
33	13/dez	Laboratorio	Encerramento	120		
				1110	18,5	54%

Curso: Calculo

102 horas

37	24/fev	Sala de aula	Apresentação inicial	210		
35	31/jan	Prefeitura	Apresentação proposta	60		
36	24/fev	Puc	Especialista Rita	60		
38	28/fev	Sala de aula	Grupo	60		
39	07/mar	Puc	Especialista Rita	60		
40	11/mar	Puc	especialista Adabo	60		
41	12/mar	Sala de aula	Grupo	60		
42	28/mar	FEBEM	Atividade externa	90		
43	07/mai	Receita Federal	Convite para palestra	60		
44	27/mai	Sala de aula	Seminario grupo	60		
45	20/mai	Sala de aula	Grupo	60		
46	29/mai	Puc	Especialista Rita	60		
48	04/jun	COMEC	Atividade externa	120		
47	04/jun	Puc	Palestra RF	120		

49	04/ago	Sala de aula	Grupo	60				
50	10/ago	Sala de aula	Grupo	60				
51	11/ago	LEMA	Atividade externa	120			p. 250	
52	12/ago	LEMA	Atividade externa	120				
53	14/ago	LEMA	Atividade externa	120				
54	18/ago	LEMA	Atividade externa	120				
55	19/ago	LEMA	Atividade externa	120				
	20/ago	LEMA	Atividade externa	120				
56	21/ago	LEMA	Atividade externa	120				
57	25/ago	LEMA	Atividade externa	120				
58	26/ago	LEMA	Atividade externa	120				
59	27/ago	LEMA	Atividade externa	120				
59	28/ago	LEMA	Atividade externa	120				
				2580	25,29412	25%		36%
				1635	21,34804	31,39%		