



**COBENGE 2005**

**XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**

“Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças”

12 a 15 de setembro - Campina Grande - Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFPG-UFPE

## **COMPARTILHANDO COM A COMUNIDADE OS RESULTADOS DOS PROJETOS DE MODELAGEM MATEMÁTICA DESENVOLVIDOS EM CURSOS DE ENGENHARIA**

Otávio R. Jacobini – [otavio@puc-campinas.edu.br](mailto:otavio@puc-campinas.edu.br)

Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Faculdade de Matemática.

13086-900 – Campinas – SP

***Resumo:** A utilização da modelagem como estratégia para o ensino de matemática é um importante instrumento de atuação pedagógica. Entretanto, ao restringir a ela suas pretensões, 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. Dentre essas oportunidades enfatizo as de ações sociais possibilitadas pelo compartilhamento com a comunidade dos resultados da investigação inerentes aos projetos de modelagem. Com o objetivo de analisar as possibilidades da modelagem como instrumento de ação social e de formação da cidadania, busquei construir na sala de aula, paralelamente às atividades curriculares, ambientes de aprendizagem denominados cenários para investigação, nos quais os estudantes pudessem compartilhar com algum setor da comunidade os resultados obtidos com os projetos de modelagem. Adotei uma abordagem qualitativa e para o trabalho de campo organizei cenários para investigação com estudantes voluntários das séries iniciais do curso de Engenharia de Computação da PUC-Campinas. Além de obterem significados para o seu aprendizado matemático, esses estudantes puderam ajudar, através da matemática e da informática, adolescentes, quase da sua idade, mas com caminhos e oportunidades diferentes do seu. Esses estudantes dedicaram parte do seu tempo nesse compartilhamento ou em trabalho voluntário com a convicção de que estavam sendo úteis para a sociedade e contribuindo com alguém que, diferentemente deles, nem sempre gostava de matemática e por isso (ou como decorrência disso) muitas vezes não compreendia seus conceitos e nem seus algoritmos.*

*Palavras-chave:* Modelagem matemática, Ação social, Cidadania.

## 1. INTRODUÇÃO

A modelagem, em um sentido amplo, constitui-se 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.), sendo, muitas vezes, utilizada como uma estratégia de ensino-aprendizagem. Leibniz e Lidset (2004) consideram a modelagem como a translação de um fenômeno real para um modelo matemático, baseada em três passos principais: 1) translação da realidade para o modelo; 2) análise do modelo; 3) translação de volta para a realidade. Na mesma direção 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”. Os modelos matemáticos são representações, em termos matemáticos, de aspectos de interesse do problema em estudo e podem ser formulados “utilizando-se expressões numéricas ou fórmulas, diagramas, gráficos ou representações geométricas, equações algébricas, tabelas, etc.” (Biembengut e Hein, 2000, p. 12).

Quando o professor aplica a modelagem como estratégia pedagógica, ele tem, indubitavelmente, 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 conteúdos vivos, práticos, úteis e com bastante significado. Essa convivência coincide com o que D’Ambrósio (1991) chama de “matemática viva” (p. 2).

Entretanto, como disse em Jacobini (2004), 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 que, como dizem Skovsmose (2000; 2001) e D’Ambrósio (1996; 2001), além de ser altamente tecnológica e globalizada, possui uma forte presença da matemática. Dentre as oportunidades enfatizo as de ações sociais possibilitadas pelo compartilhamento com a comunidade dos resultados da investigação realizada por ocasião do trabalho com a modelagem.

Essa presença da investigação 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 (JACOBINI, 2004).

Ao propor o trabalho com a modelagem nas aulas de matemática, no curso de Engenharia de Computação, interesse-me pelas reflexões (que decorrem desse trabalho) inclusas em duas vertentes. Na primeira delas, as reflexões dizem respeito à própria matemática e se relacionam com suas aplicações em situações do cotidiano, que vão 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.

Como tenho dito em trabalhos anteriores, na segunda vertente as reflexões inserem-se no contexto da Educação Matemática Crítica, têm a ver com o pensamento de Skovsmose (1996; 2000; 2001) 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 que decorrem 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, despontem em todos os atores participantes novos olhares, quer sobre os fatos investigados, quer sobre a realidade social que se encontra ao seu redor.

Este estudo teve como objetivo analisar as possibilidades da modelagem como instrumento de ação social e de contribuição para a formação da cidadania, quando aplicada em ambientes de aprendizagem construídos com estudantes voluntários que aceitaram o convite do professor para deles participar porque acreditaram na sua proposta pedagógica e concordaram com sua dinâmica de ação.

As pesquisas baseadas em projetos de modelagem cujos sujeitos são os estudantes da sala de aula, exigem constantes interações entre o pesquisador e seus estudantes, sendo este envolvimento responsável pela inserção deste estudo qualitativo no âmbito da pesquisa-ação. Para o trabalho de campo construí ambientes de aprendizagem, centrados na modelagem, paralelamente às atividades curriculares na sala de aula e, da mesma forma que Skovsmose (2000), denominei tais ambientes de cenários para investigação. Neste artigo, destaco o compartilhamento com a comunidade dos resultados dos trabalhos de modelagem que foram desenvolvidos nos cenários “Estresse e Democracia” e “Matemática e Cidadania”, construídos no curso de Engenharia de Computação da PUC-Campinas, nos anos de 2002 e 2003. Os futuros engenheiros, atores desses cenários, tinham idades entre 18 e 19 anos, eram provenientes de famílias de classe média, freqüentaram boas escolas e possuíam formação escolar adequada, mormente em matemática.

## **2. OS PROJETOS DE MODELAGEM NAS AULAS DE MATEMÁTICA**

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 e do seu envolvimento com a realidade que se encontra ao seu redor.

O trabalho com projetos ou a pedagogia de projetos constitui-se em uma forma pedagógica de condução do processo de ensino e de aprendizagem 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.

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)

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 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.

Na educação matemática brasileira esse trabalho baseado em atividades de projetos é, muitas vezes, associado à aplicação da modelagem na sala de aula. Através da modelagem, problemas reais são transformados em uma linguagem matemática e resolvidos segundo teorias disponíveis e 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 (BARBOSA, 2001; BASSANEZI, 2002). Prefiro a denominação projetos de modelagem e neles, como foi destacado na Introdução, incentivo a investigação e a reflexão.

Na maioria das vezes os resultados desses projetos de modelagem ficam restritos aos próprios ambientes da modelagem (grupo de trabalho ou sala de aula). Discordo dessa restrição e proponho, primeiramente, a divulgação de tais resultados na Internet, através de páginas individuais, específicas para cada projeto (ou cenário), ou de uma página única responsável pela “hospedagem” de todos eles. Depois, como foi dito na Introdução, proponho a discussão desses resultados com algum setor da comunidade, que de alguma forma esteja próxima dos estudantes.

Destaco, a seguir, os projetos de modelagem desenvolvidos nos cenários “Estresse e Democracia” e “Matemática e Cidadania” e, nesses cenários, o processo de envolvimento dos seus atores com a comunidade. As narrativas completas dos acontecimentos relacionados com esses cenários (como as de outros construídos com o mesmo objetivo) encontram-se em <http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/otavio> e em Jacobini (2004).

### **3. O ENVOLVIMENTO DOS ESTUDANTES DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO COM A COMUNIDADE.**

O cenário “Estresse e Democracia” foi construído na disciplina Estatística, enquanto o ambiente “Matemática e Cidadania”, em Cálculo Diferencial e Integral. Destaco em cada um deles os projetos Orçamento Participativo e Tributação e Imposto de Renda.

Os integrantes do projeto Orçamento Participativo, 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 eles 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.) e a descoberta de relevantes informações sobre o orçamento municipal de Campinas (receitas, despesas, dívidas, etc.) também podem ser vistas como importantes resultados do trabalho realizado.

Com o projeto concluído decidimos discutir os resultados obtidos em alguma escola pública da periferia de Campinas. Como um dos integrantes do grupo trabalhava como estagiário de informática em uma escola municipal, consultamos a diretora da escola sobre a possibilidade de discutirmos com os alunos da 8ª série questões relacionadas com o Orçamento Participativo e de explorarmos com eles algum trabalho prático que envolvesse o tema e a matemática escolar.

Fomos prontamente atendidos e optamos por organizar nossa presença na escola em dois 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. Os dados dessa pesquisa seriam utilizados para a construção de tabelas e de gráficos com o apoio do Excel. Reservamos o segundo momento para explorar a relação entre matemática e 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”, no valor de R\$ 8.200,00.

Em nossa primeira atividade na escola os integrantes do projeto Orçamento Participativo, com o apoio do *power point* e do aparelho multimídia emprestado pela Universidade, apresentaram relevantes informações 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.). 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.

Em seguida 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 segundo momento, uma semana depois, faríamos a distribuição da verba da “conta-escola”.

O “exercício de cidadania”, desenvolvido no segundo momento foi inspirado no projeto “Auxílio para Famílias”, apresentado por Skovsmose (2001). 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, foi 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, 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 foi distribuído por todos os grupos. 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. Enquanto o aluno expunha suas justificativas, um dos integrantes do projeto Orçamento Participativo anotava, na lousa, a proposta de gasto do grupo. 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 a proposta vencedora, mostrada juntamente com o gráfico em pizza na figura 1, obteve 17 votos (quase o dobro do segundo colocado).

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%
<b>Total</b>			<b>R\$ 8.200,00</b>	<b>100%</b>

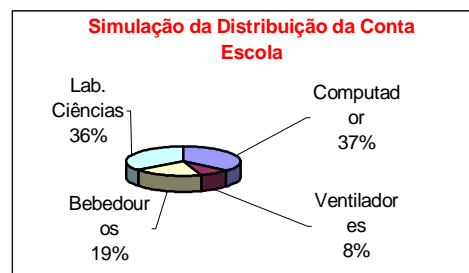


Figura 1: Melhor proposta para a distribuição da “conta-escola” na opinião dos alunos da 8ª série.

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. 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.

No que diz respeito ao projeto Tributação e Imposto de Renda, além das descobertas específicas sobre o tema, ressalto as discussões matemáticas que se seguiram (diretamente relacionadas com funções, limites, continuidade e derivada), 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 relação entre Estado e Governo, cidadão e democracia e tributos e impostos; a necessidade do envolvimento de toda a sociedade no combate à sonegação, à corrupção e à impunidade.

Diferentemente do trabalho realizado na escola municipal, 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 das atividades. Além dos integrantes do projeto Tributação e Imposto de Renda outros integrantes do cenário “Matemática e Cidadania”, envolvidos em outros projetos, participaram das atividades.

Para relacionar a matemática resultante da investigação com a matemática escolar optei pelo trabalho com menores que se encontravam em um regime de liberdade assistida coordenado pelo

COMEC – Centro de Orientação ao Menor de Campinas. 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.

Programamos desenvolver as atividades com esses adolescentes em duas etapas, integradas entre elas. A primeira, relacionada com a Internet, foi organizada, coordenada e desenvolvida exclusivamente por um dos integrantes do grupo. A segunda, relacionada com as aplicações matemáticas, foi planejada por mim e coordenada e desenvolvida pelos meus alunos.

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. Nos encontros que se seguiram os adolescentes aprenderam conceitos sobre a linguagem HTML e, em conjunto com o aluno-instrutor iniciaram e concluíram a página do grupo. Esta página pode ser acessada a partir de <http://docentes.puc-campinas.edu.br/ceatec/otavio/>.

No planejamento das atividades relacionadas com as aplicações matemáticas preocupei-me em associar a matemática da investigação com a matemática escolar, devidamente adaptada para a realidade dos adolescentes participantes do trabalho. O fator heterogeneidade entre os participantes precisou ser levado em consideração, pois, em um extremo encontrava-se uma adolescente que cursava o primeiro ano colegial e que demonstrava possuir um conhecimento matemático bastante adequado para um trabalho com funções, gráficos e aplicações diversas. Numa situação diametralmente oposta encontravam-se os rapazes, que, além de não gostarem muito de matemática tinham muita dificuldade com a aprendizagem dos seus conceitos. Além disso, no momento do trabalho alguns não estavam estudando, enquanto outros participavam de algum tipo de supletivo.

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.

Os três primeiros conjuntos de atividades, composto de problemas relacionados com operações elementares, decomposição do todo em partes e com aplicações simples de porcentagem e de juros foram resolvido por todos os adolescentes, sempre com o apoio dos estudantes de computação. As demais tarefas, com situações problemas mais difíceis, foram cumpridas apenas pela adolescente que estava cursando o colegial.

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 as assistentes sociais e as estagiárias do COMEC e professores e alunos da Faculdade. 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.



#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em ambos os cenários, a partir das reflexões sobre o amplo material investigado (matemático e não matemático) e do seu envolvimento com a comunidade, os estudantes, além da competência para construir modelos e aplicar a matemática, mostraram-se 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 (2001), deve ser um dos principais objetivos da educação.

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 (2001) e Freire (1978; 1982), acredito que, para ser crítica, a educação deve reagir às contradições sociais.

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 da matemática. 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.

Realço também que, se por um lado o trabalho comunitário proporciona ao estudante universitário a possibilidade de um contato direto com uma comunidade diferente da sua e contribui para a percepção da importância do seu papel enquanto cidadão, por outro, oferece aos jovens dessa comunidade oportunidades para que eles aprofundem seus conhecimentos e participem de debates sobre assuntos que lhes são pertinentes.

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.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia.** S.P.: Contexto, 2002.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino.** S.P.: Contexto, 2000.
- BOUTINET, J. P. **Antropologia do projeto.** Porto Alegre: ARTMED, 2002.
- 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.
- 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. **Educação matemática: da teoria à prática.** São Paulo: Papirus, 1996.
- D’AMBRÓSIO, U. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade.** Belo Horizonte: Autêntica, 2001.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** 6. ed., R.J.: Paz e Terra, 1978.
- FREIRE, P. **Ação cultural para a liberdade.** 6. ed. S.P.: Paz e Terra, 1982.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 26. ed., S.P.: Paz e Terra, 2003. (1ª edição em 1996).
- HERNANDEZ, F. **Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho.** Tradução Jussara H. Rodrigues. Porto alegre: ARTMED, 1998.
- IMENES, L. M.; LELLIS, M. **Matemática.** S.P.: Scipione, quatro v., 1997.
- JACOBINI, O. R. **A modelagem matemática como instrumento de ação política na sala de aula.** 2004. 225 f. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.
- LEIBNIZ, H. C.; LIDSET, A. S. Modelling by differential equations. In **10<sup>th</sup> International Congress on Mathematical Education.** Trabalho apresentado no Grupo de Estudos de Tópicos 20 (TSG – 20). Copenhagen, 2004.
- LÉVY, P. **Cibercultura.** Tradução Carlos I. da Costa. S.P.: Editora 34, 2000.
- MACHADO, J. N. **Educação: projeto e valores.** S.P.: Escrituras, 2000. (Coleção Ensaio Transversais).
- PONTE, J. P.; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. **Investigações matemáticas na sala de aula.** B.H. Editora Autêntica, 2003.
- 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@/>.
- 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. 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, 2001.

***Abstract:** The use of the modeling as strategy for the mathematics education is an important instrument for pedagogical performance. However, when restricting to it his pretensions, the professor exclusively keeps his look in the mathematics and stop considering other chances that can greatly contribute for the student's intellectual growth as and for his/her critical formation as citizens. Amongst these opportunities, I emphasize the ones of social actions, made possible by the sharing with the community of the inherent to the modeling projects. With the objective of analyzing the possibilities of modeling as an instrument of social action and formation of citizenship, I searched for the construction of learning environments in the classroom, named landscapes to investigation, in which the students could share with some sector of the community the results gotten from the modeling projects. I adopted a qualitative method and for the field work, I organized landscapes to investigation with voluntary students from the first series of the Computation Engineering course of PUC-Campinas. Besides getting meanings for its mathematical learning, these students were able to help, through mathematics and computer science, teenagers, almost of their age, but with different backgrounds and chances in life. These students dedicated part of their time in this sharing or voluntary work with the certainty that they were being useful for the society and contributing to someone, that differently from them, had not always liked mathematics and, therefore, many times did not understand its concepts and nor its algorithms.*

**Key-words:** Modeling mathematics, social action, Citizenship.