ISBN 978-85-89082-23-5

Situações Reais e Computadores: os convidados são igualmente bem-vindos?[1]

Jussara de Loiola Araújo[2]

Resumo

Apresento neste artigo uma discussão acerca da receptividade aos computadores e as situações reais por parte de um grupo de alunas de Calculo I de uma universidade pública do Estado de São Paulo. O professor da turma solicitou, ao grupo observado, o desenvolvimento de um projeto de modelagem matemática utilizando o conteúdo de Cálculo e o software Maple. Utilizei uma abordagem qualitativa de pesquisa e baseei minha analise em um episódio selecionado a partir da filmagem do trabalho do grupo. Conclui que a proposição de tal projeto pressupõe um convite aos computadores e as situações reais, para que participem das mesmas atividades em uma sala de aula de Matemática, sendo que cada um desses convidados recebe um tratamento diferenciado.

Abstract

I present, in this paper, a discussion about receptivity to computers and to real situations by a group of Calculus I students in a public University of São Paulo. The teacher requested from the observed group, the development of a mathematical modeling project using Calculus content and software Maple. I used a qualitative research approach and my analysis was based on an episode selected from the videotaped work of the group. I concluded that the proposition of such a project presupposes an invitation to computers and to real situations to take part in the mathematics classroom activities, but that these invited guests receive different treatment.

Introdução

Existe uma quantidade expressiva de trabalhos que consideram a parceria entre modelagem matemática e tecnologias informáticas, em ambientes de ensino e aprendizagem de matemática. De maneira geral, a modelagem Matemática pode ser entendida como uma abordagem, por meio da matemática, de uma situação não-matemática da realidade. Essa perspectiva geral, entretanto, e incapaz de revelar a multiplicidade de perspectivas de modelagem matemática que se concretiza em ambientes de ensino e aprendizagem de Matemática, como já apontei em Araujo (2002), mas que, por não ser objetivo deste artigo, não será rediscutida aqui. As tecnologias informáticas, por sua vez, se mostram presentes, na escola, por meio de calculadoras, calculadoras gráficas, computadores etc.

Assim, quando um professor propõe a seus alunos um trabalho envolvendo esses dois enfoques pedagógicos, eles (professor e alunos) se relacionam a partir de um convite

---

[1] Digitalizado por Edinei Reis e Renato Marcone.

[2] Professora do Deptº. de Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais.
E.-mail: jussara@mat.ufmg.br.

ISBN 978-85-89082-23-5

para fazer parte deste ambiente, as situações reais e aos computadores e/ou calculadoras. A primeira vista, como foram apresentadas no parágrafo anterior, a modelagem matemática e as novas tecnologias parecem não manter fortes relações entre si, mas como sugerem os trabalhos apresentados a seguir, a situação não e bem esta.

Borba, Meneghetti e Hermini (1997), por exemplo, discutem algumas experiências realizadas na disciplina Matemática Aplicada para um curso de Ciências Biológicas, nas quais foram utilizados dois enfoques didático-pedagógicos: a modelagem e o enfoque experimental com calculadoras gráficas. Os autores afirmam que *o uso das calculadoras no enfoque calculadora-experimental possibilitou, entre outras coisas, que, durante os trabalhos de modelagem, grupos de alunos* (...) *fizessem uso das mesmas sem serem explicitamente solicitados.* (p. 68). Parece haver, então, uma incorporação natural, de computadores e/ou calculadoras, para a abordagem da situação real, quando se desenvolve algum trabalho de modelagem matemática.

Um outro exemplo da parceria entre modelagem matemática e tecnologias informáticas e apresentado por Brown (1998). Esse autor, ao analisar uma situação que considera o uso de modelagem matemática em escolas da Austrália e Alasca, reconhece as boas oportunidades proporcionadas por tecnologias portáteis para investigar problemas reais. Ele afirma, por exemplo, que *o poder da tecnologia portátil esta em sua habilidade de permitir que os alunos investiguem dados da vida real com seu "barulho" inerente e que explorem as relações observadas nesses dados*. (p. 86). Essa afirmativa sugere que o uso de tecnologias proporciona um tratamento de situações reais de uma maneira mais próxima de seu estado original.

Podemos encontrar vários outros exemplos em Matos, Blum, Houston e Carreira (2001), que apresentam, inclusive, uma seção dedicada exclusivamente a parceria entre modelagem matemática e tecnologias.

Os exemplos desta introdução, da maneira como foram apresentados, parecem colocar as tecnologias a serviço da modelagem, ou seja, o uso da tecnologia como uma forma de aprimorar a abordagem da situação real.[3] Podemos nos perguntar, então: quando as situações reais e os computadores são convidados para fazerem parte de uma sala de aula de matemática, seria a situação real a convidada especial e o computador

[3] Ao fazer essa afirmativa, não quero dizer que os trabalhos desses autores apresentem, necessariamente, as tecnologias como uma ferramenta a serviço da modelagem. Utilizei as citações apresentadas apenas para sugerir que, como foram colocadas, tal interpretação pode acontecer.

um acompanhante? Colocando de uma maneira mais ampla, existe um tratamento com iguais condições para a situação real e para o computador em um contexto de ensino e aprendizagem de matemática que considere modelagem e tecnologias?

O objetivo deste artigo e analisar a ênfase dada as situações reais e aos computadores em um contexto educacional particular, Mais especificamente, diante da proposta do professor, feita a um grupo de alunas, de desenvolver um projeto de modelagem matemática em um ambiente computacional, refletirei sobre a maneira como o grupo tratou a situação real e o computador, buscando, também, compreender a situação encontrada. Inicio apresentando o contexto deste estudo.

O Contexto da Pesquisa

A pesquisa aqui descrita teve por contexto a disciplina Calculo Diferencial e Integral I, do curso de Engenharia Química de uma universidade publica do Estado de são Paulo. No caso dessa universidade, o Cálculo I é semestral, e sua ementa prevê os seguintes tópicos: limite, derivada, integral e suas aplicações.

As aulas aconteciam em dois locais diferentes: na sala de aula convencional e no laboratório de informática. No primeiro ocorriam, principalmente, aulas expositivas, com participação dos alunos e resolução de exercícios em duplas. Às vezes, alguns alunos iam ao quadro-negro para resolver os exercícios propostos com a ajuda dos colegas. Já no segundo, era utilizado o *software* Maple para, por exemplo, abordar exercícios semelhantes aos da aula convencional, mas com maior ênfase na visualização e experimentação.

Uma das principais atividades propostas pelo professor, no começo do semestre, era o que ele denominava projeto de modelagem matemática. O professor não chegou a explicitar para a turma (nem para mim) a sua perspectiva de modelagem matemática. Seu procedimento foi solicitar aos alunos, desde o inicio das aulas, que escolhessem ou elaborassem um problema de sua área de trabalho (ou de interesse) para nele trabalhar durante todo o semestre. De acordo com suas orientações, os alunos deveriam reunir-se em grupos para buscar uma função real f(x) que aparecesse no seu dia-a-dia. Foi-lhes sugerido que procurassem dados em experimentos realizados em outras disciplinas ou em jornais, revistas etc. O objetivo, segundo o professor, era que os alunos levassem para a aula de Cálculo I algo pertencente as suas vidas, para que criassem, discutissem, descobrissem fatos novos etc., trazidos pelo problema ou situação escolhida por eles, utilizando-se, para isso, dos conceitos de Calculo e do *software* Maple.

No semestre em que os dados desta pesquisa foram coletados, o professor pediu, inicialmente, que cada aluno propusesse uma "função do cotidiano" para ser estudada, com toda a orientação apresentada no parágrafo anterior. Os alunos foram, então, organizados em grupos, que deveriam escolher uma função dentre aquelas propostas por seus componentes. Selecionada a função, o grupo deveria abordá-la por meio do conteúdo do Calculo e do Maple, realizando um estudo completo nos moldes do que e feito usualmente em cursos de Cálculo.[4] O projeto foi desenvolvido em horário extra classe, e apresentado em versão escrita e oral para toda a turma ao final do semestre. O professor se disponibilizou a atender os grupos que o procurassem, caso eles necessitassem de esclarecimentos,

Considerarei neste artigo, especificamente, dados vindos de uma reunião de um grupo durante o desenvolvimento de seu projeto de modelagem. Tratarei a seguir de maiores detalhes relativos a obtenção desses dados.

A Metodologia

Adotei, neste estudo, uma abordagem metodológica qualitativa, pois ela toma o comportamento e a experiência humana em termos dos significados que as pessoas trazem para elas (DENZIN &LINCOLN, 1994). Dentre as características da pesquisa qualitativa, destaco a predileção pelo ambiente natural como sua fonte direta de dados, a predominância de dados descritivos, a maior preocupação com o processo do que com o produto, a postura indutiva e a importância dada ao significado que as pessoas atribuem às coisas (LINCOLN; GUBA, 1985, BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Em ressonância[5] com a caracterização apresentada no parágrafo anterior, os procedimentos adotados na pesquisa foram: observações de um grupo composto por quatro alunas durante o desenvolvimento do projeto de modelagem no ambiente computacional e observações de algumas aulas de Cálculo da turma a que o grupo pertencia, na sala de aula convencional e no laboratório de informática. Os materiais

[4] Sobre "estudo completo" refiro-me a análise de domínio, imagem, paridade, sinal da derivada, crescimento, sinal da derivada segunda, concavidade, assíntotas etc.

[5] Lincoln e Guba (1985) utilizam o termo *ressonância* para realçar uma notável coerência e interdependência entre os vários aspectos de uma pesquisa, tais como os objetivos, a abordagem e os procedimentos metodológicos, etc.

ISBN 978-85-89082-23-5

coletados foram as filmagens das reuniões do grupo, as anotações durante as observações das aulas e todas as versões escritas do trabalho do grupo.

Considero, como parte principal da coleta de dados, as observações das reuniões do grupo. Adler e Adler (1994) caracterizam a observação qualitativa como fundamentalmente naturalística, no sentido de que ela e efetivada no contexto natural, entre as pessoas que participam dos acontecimentos, segundo seu fluxo. Assim, continuam eles, *observadores qualitativos não estão amarrados por categorias predeterminadas de medidas ou respostas, mas encontram-se livres para buscar conceitos ou categorias que parecem significativas aos sujeitos*. (p. 378). Optei por uma postura de observadora do grupo como pesquisadora-membro-periférico, pois, de acordo com os autores citados acima, esse pesquisador observa e interage próximo o suficiente dos membros para estabelecer uma identidade como membro interno, sem participar daquelas atividades que constituem o núcleo do grupo. (p, 380). Assim, minhas observações foram permeadas por questões surgidas no decorrer do trabalho, que procuravam deixar bem claras as atitudes, compreensões e duvidas das alunas.

Para realizar a analise dos dados, especificamente com relação às observações do grupo, considerei os episódios, que são pequenos "recortes" das filmagens do grupo durante o desenvolvimento do projeto de modelagem. Eles foram escolhidos à medida que eram percebidos como pertinentes aos questionamentos levantados pelo estudo. Para este artigo, escolhi um episódio que está relacionado com o objetivo de analisar a ênfase dada às situações reais e aos computadores quando da proposição de um projeto e modelagem matemática em um ambiente computacional.

A partir dai, fiz a transcrição literal do episódio, na qual apresentei não apenas as falas dos participantes, mas também relatei seus gestos, expressões, ações e tudo o mais que pudesse ajudar em sua compreensão. A seguir, inseri o que Skovsmose (1999) denomina *frame*: comentários intercalados no decorrer do episódio, contendo um pequeno resumo de suas partes, seguido de uma analise inicial. É com esse aspecto final que considero o episódio analisado neste artigo: a transcrição da cena, intercalada pelo *frame*. Passo, então, na próxima seção, a apresentá-lo.

O Episódio

Neste episódio, as alunas, Paula, Valéria, Martha e Laura, componentes do grupo observado, a época com idades variando entre 16 e 18 anos, estavam reunidas no Laboratório de Informática do Departamento de Matemática para desenvolver mais uma parte do trabalho.

A situação escolhida foi a temperatura de uma cidade imaginária, representada pela função g(x), criada da seguinte forma: as alunas inventaram quatro funções quadráticas - v(x), o(x), i(x), p(x) - que representavam, respectivamente, a temperatura em um dia típico do verão, um do outono, um do inverno e um da primavera dessa cidade. As expressões algébricas dessas funções foram elaboradas a partir de valores escolhidos pelo grupo para as temperaturas a 0, 12 e 24 horas e da estipulação de que a temperatura máxima seria atingida às 12 horas, e a mínima a zero hora, em todas as estações, Elas levaram em conta também que o verão é a estação mais quente, que o inverno é a mais fria e, assim por diante. Por exemplo, no caso da função v(x), o grupo decidiu que v(0) = v(24) = 20 (temperatura mínima) e que v(12) = 40 (temperatura máxima). Dessa forma, a variável x representava a hora do dia nas funções v(x), o(x), i(x), p(x), e elas estavam definidas em [0,24]. Dai, o grupo desenhou os gráficos dessas funções lado a lado e decidiu que o gráfico, assim obtido, seria o gráfico da função g(x). O passo seguinte foi descobrir, com a ajuda do professor, qual era a expressão de g(x) a partir dessas regras estabelecidas pelo grupo.[6] Ela ficou assim:

$$g(x) = \begin{cases} -\dfrac{5}{36}x^2 + \dfrac{10}{3}x + 20 & se \quad -x \le 0 \quad e \quad x - 24 < 0; \\ -\dfrac{17}{144}(x-24)^2 + \dfrac{17}{6}x - 55 & se \quad 24 - x < 0 \quad e \quad x - 48 < 0; \\ -\dfrac{5}{48}(x-48)^2 + \dfrac{5}{2}x - 110 & se \quad 48 - x < 0 \quad e \quad x - 72 < 0; \\ -\dfrac{5}{36}(x-72)^2 + \dfrac{10}{3}x - 225 & se \quad 72 - x < 0 \quad e \quad x - 96 < 0 \end{cases}$$

[6] Não é meu objetivo, neste artigo, julgar a qualidade (ou representatividade) do modelo elaborado pelo grupo. Procurei descrevê-lo detalhadamente para que o leitor tenha subsídios suficientes para compreender o episódio que será analisado.

E seu gráfico era:

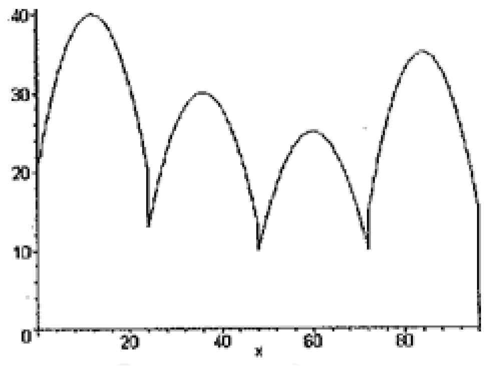

Figura 1: Gráfico da função

O procedimento do grupo vinha sendo, ate então, a realização do estudo de g(x) da maneira como, habitualmente, e feito nos cursos de Cálculo, já que esta tarefa fazia parte do que o professor tinha solicitado aos grupos. As alunas foram apresentadas ao Maple no início do semestre, e o utilizavam para realizar esse estudo, encontrando, às vezes, algumas dificuldades, mas encarando-as de forma determinada para superá-las.

Naquele momento, eu estava tentando compreender a construção da função g(x) e como ela se relacionava com as funções *v, o, i* e *p*. O episódio iniciou-se quando perguntei às componentes do grupo qual era o domínio das funções *v, o, i* e *p* que constituíam a função g, conforme a transcrição que segue:

la. parte

Pesquisadora: *Qual é o domínio de cada uma dessas funções aí: w, o, i, p?*

Laura: *Elas separadas?*

Martha: *Todas elas...*

Pesquisadora: *Elas separadas.*

Laura e Martha: *0 a 24.*

Pesquisadora: *De 0 a 24? E a função g, tá definida de 0 a 24?*

Laura: *Não. De 0 a 96.*

[Passam-se alguns segundos. Martha, enquanto isso, continua digitando].

Na primeira parte do episódio, diante de minha pergunta, Laura quis esclarecer se eu falava do domínio de cada função, separadamente; depois ela e Martha forneceram-me a informação que pedi: o domínio era “de 0 a 24”. Perguntei, então, qual era o domínio da função g, e Laura disse que era de “0 a 96”.

Não ficou claro, pelas respostas de Laura e Martha, se os domínios de *v, o, i* e *p* eram (0,24) ou [0,24] nem se o de g era (0,96) ou [0,96] (nem qualquer outro intervalo semi-aberto com esses extremos). Chamo a atenção para esse detalhe porque, a partir da expressão da função *g*, podemos verificar que seu domínio era [0,96) - {24,48,72}. Posso concluir, então, que as alunas não consideraram a expressão algébrica de *g* para especificar seu domínio. O que elas consideraram então? Com relação às funções *v, o, i* e *p*, como o domínio dado pelas alunas foi “de 0 a 24”, acredito que se tratava do intervalo [0,24], ou seja, as funções derivavam diretamente da situação real escolhida pelo grupo: as temperaturas de uma cidade em um dia, cuja variável do domínio representava o tempo. Analogamente, como a resposta para o domínio de g foi “de 0 a 96”, e baseando-me na maneira como a função foi construída, acredito que o grupo estava pensando em [0,96], ou seja, na quadruplicação de [0,24].

Meu objetivo, ao considerar cuidadosamente a questão do domínio das funções envolvidas no projeto do grupo, e destacar que, apesar de todo o tratamento matemático que vinha sendo dado, ate então, a essas funções, as alunas mantinham para si, implicitamente, a situação real não-matemática que as originaram: as respostas que me foram dadas nessa primeira parte do episódio basearam-se nessa situação e a expressão matemática foi esquecida.

Essas perguntas instigaram a curiosidade de Valéria acerca do significado da variável do domínio da função *g*, como podemos verificar na continuação do episódio.

2a. parte

Martha: *Tá! Então a gente tem que colocar as duas juntas?*

Paula: É melhor.

[Valéria fala com Laura algo que não e possível ouvir. Laura a ouve atentamente, faz um sinal de concordância e fala:]

Laura: *Não seria a hora...*

Valéria: *Não seria durante um dial?*

ISBN 978-85-89082-23-5

Martha: *É porque é a junção dos gráficos, entendeu?*

Laura: [dirigindo-se para Valéria] *É, não tá mais... vendo em horas. Não é o gráfico da temperatura em um dia. Não e mais.*

Martha: É apenas um recurso matemático.

Nessa parte, Valéria falou algo em tom de voz bem baixo. Laura concordou com ela, mas disse que aquele não era o momento. Martha explicou a Valéria que era a junção dos gráficos, que era um recurso matemático, e Laura acrescentou que não se tratava mais de horas e que não era mais a temperatura em um dia.

Apesar de não ter sido possível ouvir o que Valéria falou, posso pressupor, a partir das respostas e justificativas dadas por suas colegas, que ela disse algo relacionado com o significado da variável do domínio. Isso foi confirmado por Valéria no desenrolar do episódio, como veremos em sua terceira parte. Na primeira parte, as alunas tinham a situação real como referência para falar sobre o domínio das funções. Nessa segunda parte, Laura deixou claro que não se tratava mais da temperatura em um dia e que o significado da variável do domínio, que antes era o tempo, contado em horas, em um dia, agora não era mais. Martha reforçou essa ideia, dizendo que estavam apenas utilizando um recurso matemático.

Temos, então, a seguinte situação: Martha e Laura falaram que o domínio de *g* era [0,96], baseando-se na situação real. Questionadas por Valéria sobre o significado desse domínio, elas se refugiaram na Matemática, afirmando que tinham abandonado a situação real. Entretanto, o domínio expresso matematicamente não era [0,96], como podemos verificar em sua expressão algébrica. Como desenrolar essa situação? Percebi que o questionamento de Valéria era fértil e a incentivei.

3a. parte

Pesquisadora: *Então pensa alto, Valéria.*

Valéria: *Ahh! Não!*

[Valéria sorri timidamente, Laura ri da situação].

Martha: *Você tem que pensar alto pra gente poder saber o que você está pensando.*

Valéria: *Não... sabe...? Porque aquele... aquele gráfico das funções todas*

ISBN 978-85-89082-23-5

juntas... Esse aí [Martha localiza o gráfico no computador]. *O domínio vai de 0 a 96, Nos outros gráficos, era de 0 a 24, que eram horas. Agora, esse de 0 a 96, não são mais horas porque ...*

Laura: *Não.*

Valéria: *... porque são todas as ... as estações juntas, entendeu?*

Laura: *As horas juntas são quatro dias ... e ...*

Valéria: *Ai, a gente poderia colocar ...*

Laura: [voltando-se para Martha] *Você deu o gráfico da derivada, né?*

[A atenção das alunas volta-se novamente para o computador, Martha continua do ponto onde estavam antes da intervenção de Valéria. Ninguém da continuidade ao que Valéria apontou. Ela, que era tímida, não insistiu no assunto e retornou para o que as colegas estavam fazendo.]

Nessa terceira parte, pedi a Valéria que repetisse em voz alta o que tinha dito. Ela relutou um pouco, mas acabou falando, incentivada também pelo pedido de Martha. Valéria, então, disse que os domínios das funções *v, o, i* e *p* representavam as horas do dia e que o de *g* não tinha mais esse significado porque eram as estações juntas. Ela tentou encaminhar alguma ideia, mas foi interrompida por Laura, que queria retornar ao estudo da função. Após essa pequena passagem, ninguém mais voltou a esse assunto.

Ao ser incentivada a expor suas ideias, Valéria deixou claro que estava falando sobre o significado da variável do domínio. Entretanto, ela não colocou nos mesmos termos o questionamento que tinha feito anteriormente para Laura: ao mesmo tempo que falou do que se tratava, repetiu a justificativa dada por Laura e Martha, concordando com as ideias delas. Valéria ate tentou falar algo a mais, dizendo que "poderiam colocar ...", mas não concluiu a ideia.

Uma Discussão do Episódio

Ao enfocar os domínios das funções que pertenciam ao projeto de modelagem do grupo, um aspecto se destacou: a falta de clareza, para as alunas, do significado da variável do domínio da função *g*. Se por um lado estava claro para elas que a variável dos domínios de *v, o, i* e *p* representava o tempo no intervalo de um dia, por outro, isso não acontecia com relação a *g*. Na primeira parte do episódio, elas se basearam na situação real para especificar o domínio de *g*, ou seja, havia resquícios da interpretação da variável do domínio como sendo o tempo. Já na segunda parte, ao considerarem o questionamento de Valéria, as alunas afirmaram que o que faziam tinha base na Matemática e que a interpretação da variável do domínio como sendo o tempo já não existia mais.

Essa falta de clareza pode ser compreendida a partir da maneira como a situação-tema do projeto de modelagem matemática do grupo foi construída. O grupo partiu de um tema real não-matemático (a temperatura em um dia) de uma cidade imaginaria e criou uma função *g*, que era constituída por quatro funções, cada uma representando a temperatura em um dia típico de cada estação do ano dessa cidade. As alunas sabiam qual era o significado da variável do domínio de cada uma das funções que constituíam *g*, pois baseavam-se na situação real. Entretanto, não sabiam qual era o significado quando os gráficos dessas funções eram colocados lado a lado, já que, dentro da situação real, essa ação não tinha uma correspondente. Na busca de um significado para essa variável, as alunas se alternavam entre uma interpretação na realidade e outra na Matemática.

Foi essa situação que me instigou, como pesquisadora, a perguntar neste artigo sobre a receptividade as situações reais em salas de aula de Matemática. Quando o professor solicitou que os grupos buscassem funções do dia-a-dia, eu não esperava que eles inventassem sua "função real". Daí, a minha dúvida, no inicio do episódio aqui analisado, sobre a construção da função *g*, que me levou a perguntar pelo domínio dessa função e provocou a explicitação da falta de clareza, por parte das alunas, sobre o significado da variável deste domínio, e deu-me subsídios para refletir sobre a maneira como as situações reais são convidadas a participar de salas de aula de Matemática.

O episódio sugere que, apesar de as alunas terem inventado uma função que não tinha uma interpretação clara na realidade, elas mantinham, implicitamente, para si, a situação real não-matemática que a originou. Em outras palavras, a situação real ficou latente no decorrer do trabalho, mas sua participação no episódio foi dificultada, já que, quando uma aluna questionou a interpretação, na situação real, da variável do domínio da função considerada pelo grupo, suas colegas a desestimularam. Por outro lado, como afirmei no início da apresentação do episódio, as alunas tinham incorporado o uso do computador a suas atividades sem maiores contestações, embora o Maple fosse uma novidade para elas, encarando, de forma determinada, os desafios por ele colocados.

Uma hipótese que posso levantar e que esse tratamento discriminado contou com o apoio do contexto no qual os dados foram coletados. Vamos examinar essa hipótese mais cuidadosamente.

Como já afirmei, as componentes do grupo, alunas de Engenharia Química, estavam matriculadas na disciplina Cálculo I. O Departamento de Matemática, responsável por essa disciplina, contexto no qual esta pesquisa foi realizada, desenvolve vários projetos que tem, dentre seus objetivos, a melhoria do ensino em disciplinas básicas dos cursos da área de Ciências Exatas, dentre eles, as engenharias.[7] Em comum, esses projetos dão uma grande ênfase na “modernização de recursos pedagógicos”, o que inclui aulas em laboratórios de informática, utilizando *software* matemáticos, simulações com recursos multimídia etc. De acordo com esses projetos, essa e uma forma de compassar a formação do engenheiro com as inovações tecnológicas, adaptando-a a nossa realidade. O uso das novas tecnologias na formação dos futuros engenheiros e visto também, nesses projetos, como uma resposta às necessidades do mercado de trabalho, que exige a formação de profissionais polivalentes e capazes de solucionar problemas variados em curtos espaços de tempo.

Concordo com Borba e Penteado (2001) quando questionam a postura que coloca a importância do uso da informática na educação, na preparação dos alunos para o mercado de trabalho. Diferentemente, a democratização do acesso à tecnologia deve estar em concordância com a formação de *cidadãos críticos*.

A noção de *cidadania critica*, com referência às tecnologias informáticas, é esclarecida por Borba e Penteado (2001). Esses autores reivindicam a democratização do acesso à tecnologia, visto que todo cidadão tem o direito de “ler o mundo” por meio da nova linguagem (imagens, sons, escrita etc.) associada aos computadores. Eles acrescentam que essa leitura deve ser entendida como a concepção de leitura crítica do mundo, proposta por Paulo Freire. Segundo Freire (1967), a criticidade *implica a apropriação crescente pelo homem de sua posição no contexto. Implica a sua inserção, a sua integração, a representação objetiva da realidade.* (p. 61). Ele considera que a atitude crítica é a única maneira de os seres humanos realizarem sua integração, superando a situação de simples acomodação na sociedade.

Não tenho subsídios, no episódio aqui analisado, para concluir sobre uma

[7] Para manter o anonimato da instituição não citarei, aqui, detalhes sobre esses projetos, limitando-se apenas a apresentar algumas de suas características.

postura crítica ou acrítica, diante da informática, das alunas que participaram desta pesquisa. Elas foram receptivas aos computadores, incorporando-os, sem questionamentos, as suas atividades. Entretanto, diante da ampla disponibilização de recursos tecnológicos por parte da universidade que acolhia o grupo, podemos nos perguntar se a formação pretendida por esta instituição visava à formação de cidadãos críticos ou simplesmente a uma acomodação à sociedade, como critica Freire (1967). De qualquer forma, os computadores eram bem-vindos na universidade e, consequentemente, no trabalho do grupo aqui considerado.

As situações reais, por sua vez, não tiveram a mesma recepção no grupo. Um primeiro obstáculo surgiu logo na proposição do tema do projeto de modelagem matemática, já que o grupo propôs uma situação imaginária. Mesmo a situação imaginaria não foi bem recebida: a tentativa de uma aluna de discutir essa situação encontrou obstáculos que a fizeram desistir. Por que razões as situações reais não eram bem-vindas na escola (ou na universidade)?

Garnica (2001) afirma que, *embora sejam fundamentais para as salas de aula as questões que tratam de aspectos da realidade (pois é necessário organizar uma forma de ação para a prática pedagógica), essas mesmas questões são uma caricatura da realidade, uma pseudoligação com o cotidiano.* (p. 81). Segundo esse autor, as questões da realidade normalmente consideradas em salas de aula de Matemática têm por objetivo a motivação para a aprendizagem dessa disciplina, sendo, portanto, externas aos interesses dos alunos: e interesse do professor motivar o aluno a aprender Matemática fazendo conexões com a realidade. Ele reforça, ainda, a necessidade de iniciativas, comuns a modelagem matemática, nas quais a problematização da realidade parta do aluno.

No caso do episódio considerado neste artigo, cabia ao grupo escolher a situação real a ser estudada, ou seja, o interesse das alunas era o ponto de partida, como foi enfatizado pelo professor da turma. Entretanto, o procedimento do grupo foi semelhante àquele que esteve presente na escolaridade anterior de suas componentes: a situação real não passava de uma motivação para a aprendizagem de Matemática. Talvez, por isso, tenha ocorrido a proposição de uma situação imaginária e a colocação de obstáculos às tentativas de interpretações, com relação a essa situação, dos resultados matemáticos obtidos. Houve, portanto, um choque entre a atividade proposta ao grupo - que solicitava a escolha, por parte das alunas, de uma situação real - e a experiência dessas alunas em contextos escolares.

Parece-me, então, que a proposição de um projeto de modelagem matemática em um ambiente computacional convidou as situações reais e os computadores a fazerem parte das atividades escolares, mas que a recepção dada a cada um destes convidados foi diferente. Por outro lado, a tentativa de uma aluna, de iniciar a discussão de questões referentes à situação real, sugere que a modelagem abre possibilidades, na escola, para discussões e reflexões sobre situações reais.

Essa hipótese é apoiada por Christiansen (1997). Essa autora afirma que a realidade não tem sido tematizada na sala de aula de Matemática, ou tem sido considerada como dada, sem merecer maior atenção. Ela vê a modelagem como uma possibilidade de abertura à consideração, na sala de aula, de situações reais, mas que essa possibilidade desaparece devido à falta de clareza sobre o objetivo da atividade.

No episódio aqui considerado, a proposição de um projeto de modelagem matemática abriu a possibilidade de incorporação de situações reais à sala de aula de Matemática. Entretanto, o choque entre a atividade e as experiências das alunas, ou seja, a falta de clareza sobre o objetivo da atividade - as alunas deveriam considerar seus interesses ou encontrar motivações para a aprendizagem de Matemática? - restringiu a possibilidade.

Considerações Finais

O contexto focalizado neste artigo foi um ambiente de ensino e aprendizagem de Cálculo, no qual a modelagem matemática e as tecnologias informáticas estavam presentes. Nesse contexto, professor e alunos fizeram um convite as situações reais e aos computadores, para que participassem das atividades na sala de aula de Matemática.

Na literatura, como, por exemplo, em alguns trabalhos apresentados em Matos, Blum, Houston e Carreira (2001), muitas vezes, a parceria entre modelagem e tecnologias é descrita de tal forma que insinua a colocação das tecnologias a serviço da modelagem na abordagem da situação real. É como se fosse feito um convite especial às situações reais, se comparado ao convite feito aos computadores.

No episódio analisado neste artigo, o procedimento do grupo, diante da proposição de desenvolvimento de um projeto de modelagem matemática em um ambiente computacional, sugere que o convite especial foi feito aos computadores e não as situações reais.

Busquei uma compreensão para a recepção diferenciada no contexto em que o projeto foi desenvolvido. Os computadores eram mais bem-vindos porque a universidade os vê como uma maneira de formar engenheiros que satisfaça as necessidades do mercado de trabalho, enquanto que, no caso das situações reais, essa incorporação só acontece como uma motivação, aos alunos, para a aprendizagem da Matemática, sem levar em conta seus interesses.

Mesmo quando o interesse dos alunos e levado em conta, como era o caso neste artigo, a experiência escolar desses alunos pode entrar em choque com os objetivos da atividade proposta. De nada adianta dizer aos alunos que o interesse deles e o mais importante se, pela experiência deles, eles suspeitam que o objetivo maior e uma motivação para a aprendizagem da Matemática. Assim, a possibilidade de considerar situações reais na sala de aula de Matemática pode ser aberta pela modelagem matemática, mas essa possibilidade sofre restrições diante da falta de clareza sobre o objetivo da atividade.

Se por um lado os computadores, na escola, parecem ser mais bem aceitos que as situações reais, por outro, os motivos dessa receptividade podem não ser desejáveis, como e o caso da subordinação aos interesses do mercado de trabalho. A modelagem matemática pode abrir a possibilidade para que situações reais entrem na escola com o objetivo de proporcionar a formação de cidadãos críticos. Certamente, a consideração de situações reais não garante, necessariamente, que o foco da formação seja a cidadania critica. Mas essa pode ser uma possibilidade, aberta pela modelagem matemática, que pode, também, promover um repensar sobre o papel dos computadores na escola.

OBSERVAÇÃO:

As ideias aqui apresentadas foram desenvolvidas na pesquisa realizada em meu doutorado em Educação Matemática na Universidade Estadual Paulista, UNESP, *campus* de Rio Claro, SP, sob orientação do Prof. Marcelo de Carvalho Borba, apresentada em Araújo (2002). Embora não sejam responsáveis por essas ideias, gostaria de agradecer a Helena Cury (PUC - RS), a Jonei Barbosa (Univ. Católica do Salvador), aos pareceristas anônimos e ao editor auxiliar do BOLEMA, Prof. Antonio Vicente M. Garnica, por comentários feitos a versões preliminares

deste artigo.

Referencias Bibliográficas:

ADLER, P. A.; ADLER, P. Observational Techniques. In: DENZIN,N. K.; LINCOLN, Y. S. (Eds.). **Handbook of Qualitative Research**. California: Sage Publications, 1994. cap. 23, p. 377-392.

ARAUJO, J. L. **Cálculo, Tecnologias e Modelagem Matemática**: as Discussões dos Alunos. 2002. 173 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

BOGDAN, R. C; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação Matemática. Uma Introdução à Teoria e aos Métodos**. Tradução M. J. Alvarez, S. B. Santos e T. M. Baptista. Porto: Porto Editora, 1994. 336 p.

BORBA, M. C; MENEGHETTI, R. C. G.; HERMINI, H. A. **Modelagem, Calculadora Gráfica e Interdisciplinaridade na Sala de Aula de um Curso de Ciências Biológicas**. Revista de Educação Matemática da SBEM-SP, [São Jose do Rio Preto], v. 5, n. 3, p. 63-70, 1997.

BORBA, M. C; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autentica Editora, 2001. 98 p.

BROWN, R. Mathematical Modelling and Current Events Using Hand Held Graphing Technology. In GALBRAITH, P.; BLUM, W.; BOOKER, G.; HUNTLEY, I. D. (Eds.). **Mathematical Modelling**: Teaching and Assessment in a Technology-Rich World. Chichester: Ellis Horwood, 1998. p. 85-93.

CHRISTIANSEN, I. M. **When Negotiation of Meaning is also Negotiation of Tasks**: Analysis of the Communication in an Applied Mathematics High School Course. Educational Studies in Mathematics. Dordrecht, v. 34,n. l,p. 1-25,1997.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Eds.). **Handbook of Qualitative Research**. California: Sage Publications, 1994. 643p.

FREIRE, P. **Educação como Prática da Liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967. 150 p.

GARNICA, A. V. M. É Necessário Ser Preciso? É Preciso Ser Exato? “Um Estudo sobre Argumentação Matemática” ou “Uma Investigação sobre a Possibilidade de Investigação”. In: CURY, H. N. (Org.). **Formação de Professores de Matemática**: uma Visão Multifacetada. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2001. p. 49-87.

LINCOLN, Y. S.; GUBA, E. G. **Naturalistic Inquiry**. California: Sage Publications, Inc., 1985. 416 p.

MATOS, J. F„ BLUM, W., HOUSTON, S. K., CARREIRA, S. P. (Eds.). **Modelling and Mathematics Education**: ICTMA 9: Applications in Science and Technology. Chichester: Horwood Publishing, 2001. 422 p.

SKOVSMOSE, O. **Investigando a Comunicação na Sala de Aula Sob a Perspectiva da Educação Matemática**. 1999. Notas de aula.