

MODELAGEM MATEMÁTICA E AMBIENTE DE TRABALHO: UMA COMBINAÇÃO PEDAGÓGICA VOLTADA PARA A APRENDIZAGEM¹

MATHEMATICAL MODELING AND WORKING ENVIRONMENT: A PEDAGOGICAL COMBINATION TOWARDS LEARNING

Denise Helena Lombardo Ferreira

Pontifícia Universidade Católica de Campinas, CEATEC, lombardo@puc-campinas.edu.br

Otávio Roberto Jacobini

Pontifícia Universidade Católica de Campinas, CEATEC, otavio@puc-campinas.edu.br

Resumo

Neste artigo abordamos a modelagem matemática como opção metodológica na disciplina de Matemática em um curso de Administração. Nele, temos como objetivo analisar as contribuições pedagógicas quando se faz uso da associação entre conteúdos curriculares e o desenvolvimento de aplicações, através de projetos de modelagem, em situações do cotidiano do aluno, principalmente quando essas situações relacionam-se com suas atividades profissionais, atuais ou futuras. As atividades desenvolvidas permitiram estabelecer uma relação entre os conteúdos matemáticos abordados na disciplina com alguns problemas vinculados à realidade de um administrador. Como principais resultados, destacamos, de um lado, a potencialidade de trabalhos em grupo em relação à contribuição que cada integrante pode dar tanto para o desenvolvimento do projeto quanto no auxílio aos seus colegas de classe. De outro lado, as percepções, pelos estudantes, da relevância da disciplina tanto para a sua formação intelectual quanto para a sua valorização profissional.

Palavras-Chave: Modelagem matemática; Ensino superior; Ambiente de trabalho; Trabalho em grupo.

Abstract

In this article we approach mathematical modeling as a methodological option in the mathematic discipline in a Business Administration Graduation Course. In the article we have as an objective to analyze the pedagogical contribution when using association between curricular contents and the development of applications, through modeling projects, in the students' daily live situations, mainly when such situations are related to their current or future professional activities. The activities developed allowed to establish a relation between the mathematical contents approached in the

¹ Uma versão anterior deste trabalho foi apresentada na VI CNMEM, Londrina-PR, 2009.

discipline with some problems linked to the reality of an administrator. As main results, we highlight from one side, the potentiality of the work group when comparing to the contribution that each group member can give to the project development when helping their classmates and, on the other side, the students' perceptions about the discipline relevance for their intellectual growth and professional valorization.

Keywords: Mathematical modeling; Graduation school; Working environment; Work group.

1. INTRODUÇÃO

É comum encontrarmos estudantes em cursos universitários enfrentando dificuldades nas disciplinas relacionadas com a matemática, sobretudo quando esses cursos são da área das humanidades. Além disso, os alunos, não estando suficientemente familiarizados, nem com conceitos matemáticos, nem com a prática da matemática, não conseguem relacionar a matemática curricular com situações do seu dia-a-dia. Como consequência, eles não compreendem a linguagem que está sendo utilizada pelo professor e não entendem o que está sendo ensinado, proporcionando, na sala de aula, um ambiente tenso. Essa tensão, muitas vezes denominada matefobia, relaciona-se com a ansiedade matemática e ocorre, ou por causa de experiências negativas anteriores com a aprendizagem, vivenciadas pelos estudantes (FRANKENSTEIN, 1989), ou por ansiedades e sentimentos de tensão e de 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).

Experiências pedagógicas, principalmente as relacionadas com a modelagem matemática, têm mostrado que tanto tensões na sala de aula quanto dificuldades em relação à aprendizagem podem ser reduzidas quando o conteúdo matemático é vinculado à realidade do estudante. Essa vinculação pode ocorrer, por exemplo, através da interdisciplinaridade, de assuntos relacionados com a área do curso em que a matemática está sendo ensinada, ou de atividades associadas com o mundo do trabalho. Jablonka (2003), ao abordar as perspectivas que norteiam os conceitos de literacia matemática, extrapolando a conceituação tradicional relacionada com habilidades para cálculos e resoluções de problemas e ampliando os horizontes do seu significado, afirma que trazer para a sala de aula a matemática praticada em ambientes de trabalho é uma das formas de associação entre a matemática fora da escola e conteúdos curriculares e, conseqüentemente, de se mostrar a utilidade prática da matemática. Essa associação, ao possibilitar que as atividades de ensino sejam mais significativas para o estudante contribui, não apenas para que ele reduza a sua ansiedade matemática, mas também para que ele visualize, mais claramente, tanto o relacionamento entre a aprendizagem acadêmica e a profissional quanto a diversidade da cultura presente nos locais de trabalho.

Nessa direção, e no caso particular do enfoque voltado para os cursos de Administração, diretrizes curriculares do Conselho Nacional de Educação estabelecem que as práticas pedagógicas devam, prioritariamente, favorecer a adoção de procedimentos que visem a problematização dos assuntos tratados na sala de aula. Mais especificamente, entre as habilidades que o profissional deve ter, destacam-se tanto o reconhecimento e a definição de problemas quanto a busca de soluções para eles (BRASIL, 2008).

Contudo, relacionar o conteúdo matemático com o dia-a-dia do trabalho não é uma tarefa fácil, já que, além da rigidez que em geral caracteriza os currículos, tal relacionamento exige, dos alunos, tempo disponível para atividades externas (pesquisas, trabalhos em grupo, visitas a empresas ou entidades, etc.) que extrapolam o cotidiano da sala de aula. Essa situação se agrava em cursos noturnos, onde a maioria dos alunos trabalha durante o dia e não dispõe de tempo para atividades extraclasse.

Acreditamos, entretanto, que, mesmo com essas dificuldades, esse relacionamento entre a matemática curricular e a realidade do aluno, além de atender a alguns dos anseios da comunidade estudantil, contribui para tornar a aprendizagem mais significativa e, conseqüentemente, proporciona melhores resultados acadêmicos. Neste artigo temos como objetivo analisar as contribuições pedagógicas quando se faz uso da associação entre conteúdos curriculares e o desenvolvimento de aplicações, através de projetos de modelagem, em situações do cotidiano do aluno, principalmente quando essas situações relacionam-se com suas atividades profissionais, atuais ou futuras. Descrevemos, primeiramente, o ambiente de modelagem organizado pela primeira autora em sua sala de aula no curso de Administração de uma universidade particular de Campinas, no estado de São Paulo. Na sequência, discutimos os resultados alcançados.

2. O AMBIENTE DE MODELAGEM NO CURSO DE ADMINISTRAÇÃO

Publicações em congressos e em revistas especializadas mostram a crescente presença da modelagem matemática na comunidade da Educação Matemática. Ademais, como dissemos em Ferreira e Jacobini (2009), a modelagem matemática, além de se constituir em um importante instrumento de aplicação da matemática para resolver problemas reais, também gera necessidades para o levantamento de dados e para simplificações das situações da realidade. Nessa direção, a modelagem matemática favorece a construção de um ambiente onde os alunos podem realizar simulações e fazer analogias, na medida em que um mesmo modelo pode ser útil na representação de diferentes situações, auxiliando os alunos na identificação de aplicações em outras áreas do conhecimento e em diferentes contextos.

Como destaca Blum (1995), a motivação para aprender matemática, a facilitação para essa aprendizagem, a preparação para a utilização da matemática

em diferentes áreas do conhecimento, e o desenvolvimento de habilidades gerais de exploração e compreensão do papel da matemática na sociedade, são argumentos favoráveis para a abordagem da modelagem matemática na sala de aula. E nessa mesma linha, Zbiek e Conner (2006), além de reforçar a motivação para a aprendizagem, a partir da visualização das aplicabilidades da matemática no mundo real, vêm na preparação dos alunos para trabalhar profissionalmente com a modelagem e na possibilidade da integração da matemática com outras áreas do conhecimento, outros fatores que contribuem favoravelmente para a adoção da modelagem como estratégia pedagógica. Acrescentamos aos argumentos favoráveis apresentados por Blum e por Zbiek e Conner, para os casos em que a Matemática é ministrada como disciplina de apoio, a associação entre a modelagem e o mundo do trabalho.

Consideramos um ambiente de aprendizagem como um espaço educacional construído pelo professor com a intenção de desenvolver suas atividades pedagógicas. Nessa perspectiva da modelagem matemática como uma metodologia de ensino consideramos adequado conceituá-la, da mesma forma que Barbosa (2007), como um ambiente de aprendizagem (a ser construído na sala de aula) em que os estudantes são convidados (pelo professor) para investigar, através da matemática, situações-problema extraídas do dia-a-dia ou mesmo de outras ciências. Assim, o processo de modelagem deve ter o seu início e o seu término no mundo real, passando por investigações e por reflexões que fundamentem a construção ou a escolha de modelos matemáticos, pelas etapas de validação e de interpretação de resultados, e pela sistematização do conteúdo. Além disso, esse processo de modelagem deve envolver igualmente investigações não matemáticas e discussões, chamadas paralelas por Barbosa (2007), e que envolvem, dentre outras, as percepções sobre a realidade social na aula de matemática e o uso do conhecimento matemático para legitimar os discursos que analisam as questões da vida na sociedade (contexto social e cultural).

Um cenário pedagógico onde os alunos são incentivados a investigar situações relacionadas com o dia-a-dia de uma empresa e, com base no conteúdo curricular estudado na sala de aula, buscar soluções para problemas derivados dessas situações é, assim, um ambiente de aprendizagem. Nesse cenário que construímos no curso de Administração, denominado ambiente de modelagem, assumimos os pressupostos pedagógicos da modelagem matemática. Vemos similaridades entre tal ambiente e os cenários para investigação propostos por Skovsmose (2008).

Nesse ambiente, organizado no primeiro semestre de 2008 na disciplina Matemática para Administração, os alunos foram incentivados a aplicar, em situações de seus cotidianos, os conteúdos matemáticos que estavam sendo trabalhados durante as aulas. Ressaltamos que nesse curso a disciplina Matemática para Administração, com quatro aulas semanais, agrupadas em um único dia, é ministrada para alunos ingressantes. No período noturno, a maioria dos alunos exerce atividades profissionais relacionadas com o curso. Esses alunos são

distribuídos em diversas turmas, sendo que em três delas, sob a responsabilidade da primeira autora desse artigo, um ambiente de modelagem foi construído.

A realização desses projetos fez parte do processo de avaliação, e os alunos, trabalhando em grupos, escolheram situações relacionadas com algumas das necessidades de empresas da região de Campinas para aplicar alguns dos conceitos estudados durante as aulas. No final do semestre alguns grupos, escolhidos por sorteio, apresentaram para seus colegas de classe os resultados dos seus trabalhos.

Descrevendo as atividades do ambiente de modelagem

Como a grande maioria das pesquisas qualitativas centradas na ação pedagógica da modelagem matemática, nosso estudo baseia-se, em primeiro lugar, num amplo envolvimento entre o pesquisador-professor, responsável pela condução do experimento, e seus alunos. E, em segundo lugar, na imersão dos estudantes participantes em ambientes profissionais, reais ou imaginários, responsáveis pela percepção da simbiose existente entre a matemática curricular e o mundo do trabalho.

No estudo, professor e seus alunos envolveram-se conjuntamente nos procedimentos relacionados diretamente com a modelagem (seleção dos temas, coleta dos dados e escolha dos modelos matemáticos), e na abordagem dos conteúdos matemáticos. Esta forma pedagógica de atuar com a modelagem se aproxima do que Barbosa (2001) considera como sendo de terceiro nível, quando, a partir de um tema gerador, os alunos coletam informações qualitativas e quantitativas relacionadas com o assunto de interesse, formulam e solucionam problemas. Em sua abordagem Barbosa considera igualmente outras duas possibilidades: nível 1 - aborda a “problematização” de algum episódio “real”, quando a uma dada situação (que pode até ter sido extraída de um livro texto), associam-se problemas; nível 2 – aborda o cenário no qual o professor apresenta um problema aplicado e os dados necessários para a solução desse problema são coletados pelos próprios alunos durante o processo de investigação.

Na análise dos dados levamos em consideração as informações que obtivemos com nossas observações (anotadas em uma agenda específica tanto em sala de aula quanto nas apresentações dos resultados obtidos pelos grupos de trabalho), nos documentos produzidos pelos alunos (relatórios finais) e nas falas de alguns alunos, obtidas através de entrevistas não estruturadas. Na sequência, detalhamos os procedimentos relacionados com as atividades e com os trabalhos realizados pelos alunos.

Na semana que antecede o início das aulas (denominada semana de planejamento pedagógico) nos reunimos com professores de áreas específicas do curso de Administração para, de um lado, conhecer um pouco mais sobre o papel da matemática nesse curso, e, do outro, refletir sobre algumas linhas de trabalho que

pudessem ilustrar a presença da matemática em situações vivenciadas pelo administrador. Encontramos em alguns livros de Administração um pouco dessa presença.

Os alunos, organizados em grupos, começaram a planejar as atividades que deveriam ser desenvolvidas em seus projetos, sendo a escolha do problema a primeira dessas atividades. Essa tarefa não é simples, já que, em geral, os alunos não estão acostumados com a possibilidade de criar seus próprios problemas, principalmente por estarem, até então, habituados com a dinâmica clássica vivenciada por eles onde os problemas são propostos e formulados pelo professor. Estritamente falando e como comprovamos em Ferreira e Jacobini (2009), criar seus próprios problemas ainda é uma grande dificuldade para os alunos na continuidade de seus estudos universitários.

Durante as aulas os alunos tiveram a oportunidade de visualizar vários exemplos de aplicações de conteúdos matemáticos na área de Administração, tais como aqueles relacionados com as funções custo, receita, lucro, demanda e oferta. Embora nesses exemplos os problemas já estivessem formulados (muitos deles encontrados em livros textos), eles foram úteis tanto no auxílio aos alunos no processo de execução do projeto prático quanto na orientação dada aos grupos pela professora, em alguns períodos da aula.

Em geral, os projetos escolhidos pelos alunos estavam relacionados com situações originárias em ambientes de trabalho que, por alguma razão, encontravam-se próximos deles. A maioria dos grupos optou por projetos que contemplavam conteúdos relacionados com custo fixo, custo variável, receita, lucro e ponto de equilíbrio entre o custo e a receita. Além desses tópicos, alguns grupos optaram por trabalhos que envolviam pontos de mínimo e de máximo, e curvas de tendência, além de características relacionadas com a demanda e com a oferta.

Alguns projetos, de forma bastante interessante, incluíram, em seus estudos de caso, comparações entre resultados obtidos com funções lineares e com funções quadráticas. Os gráficos relacionados com os conteúdos descritos acima (custos, receitas, lucros, etc.) auxiliaram os alunos tanto no processo de análise dos dados quanto na fundamentação de suas conclusões. Citamos dois exemplos: (1) a identificação do ponto de equilíbrio entre o custo total e a receita total, isto é, do lucro nulo, a partir do qual, com quantidades de vendas do produto superiores a esse ponto passa-se a ter lucro, e de quantidades de vendas do produto inferiores a esse ponto passa-se a ter prejuízo; (2) a identificação do comportamento das quantidades ofertada e demandada do produto em função dos preços praticados a partir das respectivas curvas de tendência, onde a interseção delas fornece a quantidade e o preço do produto que devem ser colocados no mercado.

Citamos como exemplo da importância do ponto de equilíbrio, o estudo de uma fábrica de batentes cujo gráfico (figura 1) mostra a venda praticada dos batentes e o correspondente lucro ou prejuízo. No eixo x encontram-se marcadas as quantidades de batentes vendidos e no eixo y os lucros obtidos. Assim, com a venda de 37,5

batentes o lucro é nulo, abaixo desse valor ele é negativo, indicando a existência de prejuízo, e acima dessa quantidade ocorre, de fato, a existência de lucro.

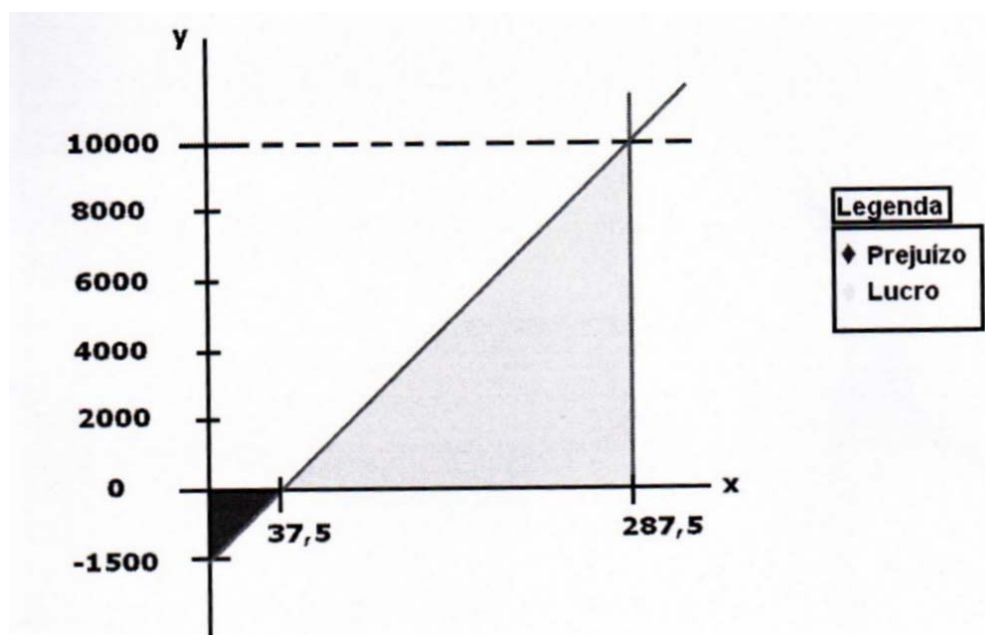


Figura 1. Ponto de Equilíbrio entre o Custo Total e a Receita Total na venda de batentes

Ainda em relação a essa abordagem da comparação entre resultados oriundos das funções lineares e das quadráticas, destacamos o trabalho de um grupo que contava com um funcionário de uma empresa de filmagens. Essa empresa, nova no mercado, necessitava ampliar sua receita para compensar sua crescente despesa. Como primeiro procedimento, os alunos levantaram dados sobre despesas, receitas e lucros, desde a fundação da empresa, em abril de 2007. Em seguida, com os recursos da ferramenta Análise de Tendência, disponível no Excel, eles aproximaram as curvas da despesa, da receita e do lucro como funções do 1º e do 2º graus.

Alguns outros grupos também escolheram seus trabalhos a partir das necessidades das empresas em que um dos participantes trabalhava. Dentre eles destacamos: (1) o estudo sobre a viabilidade da compra de DVD's e TV's para uma escola particular de ensino de 1ª a 4ª série. Nele, os alunos propuseram a venda de salgadinhos e doces como alternativa para a obtenção da receita para a aquisição dos equipamentos. (2) o estudo sobre uma empresa administradora de imóveis, mais especificamente de apartamentos para estudantes. No desenvolvimento de ambos os trabalhos os alunos também usaram conceitos de custo fixo, custo variável, de oferta, demanda e ponto de equilíbrio entre oferta e demanda; (3) o estudo sobre aspectos contábeis de uma empresa de consultoria em comércio exterior. Nesse artigo, dentre as questões levantadas pelos alunos, evidenciamos o interesse pelos meses em que se conseguiriam receitas e lucros máximos e mínimos.

Outros grupos buscaram seus temas de trabalho em empresas de amigos ou de familiares. Dentre eles trazemos para este artigo o estudo para maximizar a receita proveniente da venda de antenas para Internet via rádio de uma empresa que atua no ramo de tecnologia em comunicação. A empresa, de propriedade de um amigo de um dos integrantes do grupo, tinha tido no mês que antecedeu a realização do projeto um prejuízo de cerca de R\$ 7.000,00 com a venda das antenas. Os alunos, buscando solucionar este problema da empresa, formularam três questões:

- 1) Quantas unidades a empresa precisaria vender para não ter mais prejuízo?
- 2) Quantas unidades a empresa precisaria vender para que, nesse mês, além de não apresentar mais prejuízo, ela pudesse suprir o prejuízo do mês anterior?
- 3) Quantas unidades a empresa precisaria vender para alcançar a sua meta mensal que era de R\$ 50.000,00 de lucro?

No desenvolvimento do trabalho o grupo obteve as seguintes informações:

Custo fixo = R\$ 16.000,00 e custo variável = R\$ 370,00 (custo médio por antena);

Preço de venda por antena = R\$ 690,00.

Para responder a primeira questão os alunos calcularam a quantidade de antenas a ser vendida para que o lucro pudesse ser maior ou igual a zero. Assim, obtiveram:

✓ Custo Total (CT) = Custo fixo + Custo variável = R\$ 16.000,00 + 370,00 x , onde x representa a quantidade de antenas a ser produzida.

Depois, considerando que tudo o que é produzido deve ser vendido, obtiveram

✓ Receita Total (RT) = R\$ 690,00 x

E, então,

✓ Lucro Total (LT) = $RT - CT = 690x - (370x + 16000)$.

Para a empresa não ter prejuízo, assumiram que $LT \geq 0$, e, resolvendo essa inequação, encontraram que ela deveria vender 50 ou mais unidades de antenas.

Para responder a segunda questão, os alunos assumiram que teriam que resolver a inequação $LT \geq 7000,00$, pois o prejuízo do mês passado havia sido de R\$ 7.000,00. Assim, resolvendo a inequação linear $690x - (370x + 16000) \geq 7000$, encontraram como solução $x \geq 71,88$, e, assim, concluíram que a empresa precisaria vender 72 ou mais unidades de antenas.

Para responder a terceira questão (lucro mensal de R\$ 50.000,00), os alunos resolveram a equação linear $690x - (370x + 16000) = 50000$, e obtiveram como solução $x = 206,25$. Eles concluíram, assim, que a empresa precisaria vender, no mínimo, 207 unidades mensais de antenas.

Observamos neste momento que, por ser linear, a função lucro indica que, quanto mais antenas forem produzidas, mais alto será o lucro a ser obtido com a venda (no caso de todas as unidades serem vendidas).

Esta discussão teve sequência quando os alunos aproximaram a receita por uma função do 2º grau, considerando, no modelo, a função demanda das antenas, dada por $p = 690 - x$, onde p é o preço e x é a quantidade demandada. A quantidade demandada de determinado produto pode ser influenciada por diversos fatores. No exemplo em questão, os alunos assumiram que a variação do preço unitário (p) em relação à quantidade demandada (x) apresentava regularidade, e, dessa forma, usaram a função linear para representar este comportamento. A análise realizada pelos alunos indicou ser 1 a taxa de variação média do preço unitário em relação à quantidade demandada, ou seja, a queda de R\$ 1,00 no preço unitário corresponde um aumento de uma unidade na quantidade demandada. A análise também revelou ser R\$ 690,00 o preço unitário máximo da antena, isto é, se quantidade demandada é nula ($x = 0$), o preço unitário é R\$ 690,00. Dessa forma, considerando a função demanda, a função Receita Total (RT) é dada por:

$$RT = px = (690 - x)x = 690x - x^2$$

Como a função é quadrática os alunos determinaram que a quantidade de antenas que maximiza a receita ocorre no vértice da parábola, $x_v = \frac{-b}{2a}$, ou seja, $x_v = \frac{-690}{2(-1)} = 345$ antenas. Consequentemente a Receita Total máxima é R\$ 119.025,00 (figura 2). Mantivemos a figura 2 como ela foi apresentada pelos alunos, incluindo os valores negativos para a Receita Total, o que não ocorre na situação real. O mesmo ocorreu com a desproporcionalidade nas escalas das figuras 2 e 3. Este fato foi bastante discutido entre os pares no momento da apresentação dos trabalhos.

E o Lucro Total (LT), considerando a função demanda, é também uma função do 2º grau, dada por:

$$LT = RT - CT = 690x - x^2 - (370x + 16000) = x^2 + 320x - 16000$$

A quantidade de antenas que maximiza o lucro é obtida, igualmente, por $x_v = \frac{-b}{2a} = \frac{-320}{2(-1)} = 160$ antenas. E, neste caso, o Lucro Total máximo é R\$ 60.800,00 (fig. 3).

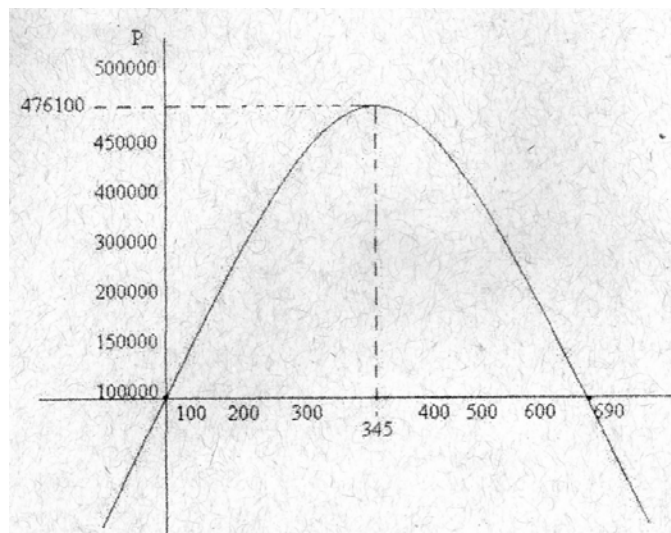


Figura 2. Receita máxima da venda de antenas

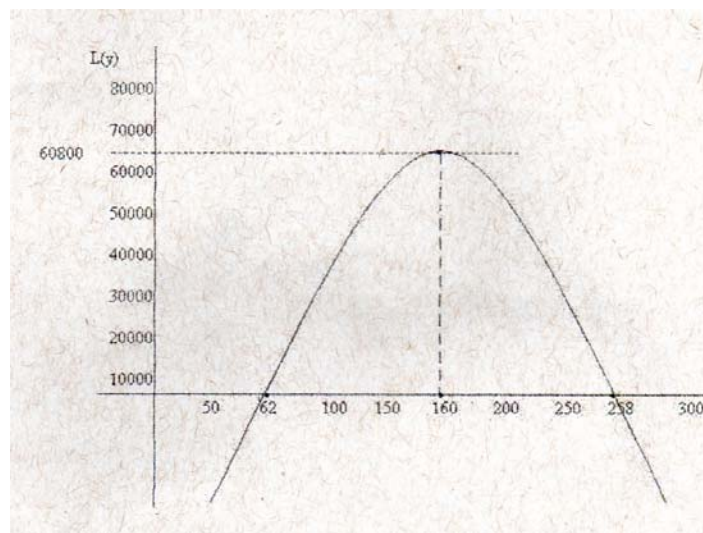


Figura 3. Lucro máximo da venda de antenas

Na mesma direção e também motivados pela oportunidade de se envolver em uma situação real, outros grupos buscaram seus temas de trabalho em empresas de amigos ou de familiares. Dentre eles, encontram-se (1) o estudo da oferta e da demanda de diversos tipos de imóveis de uma imobiliária de acordo com o preço de venda desses imóveis; (2) o estudo da oferta, da demanda e do lucro de um determinado remédio; (3) o estudo do tempo necessário para uma padaria recuperar o investimento realizado; (4) o estudo sobre a produção de esmaltes cerâmicos envolvendo custo e preços de venda, lucros e prejuízos.

Enfatizamos ainda que, na maioria dos casos, com os dados obtidos e relacionados com custos fixo e variável, preços de venda, e vendas médias, os alunos fizeram comparações, utilizando as funções de 1º e de 2º grau para representar, além do custo, da receita e do lucro, também a demanda e a oferta. Os alunos calcularam pontos de equilíbrio entre a oferta e a demanda, e entre o custo e

a receita. Após esses estudos, eles realizaram várias simulações alterando os dados obtidos inicialmente para, no final, encontrar outras possíveis soluções.

Por fim, tivemos também alguns grupos que optaram por criar problemas fictícios, porém mantendo seus interesses matemáticos nas mesmas questões abordadas pelos outros grupos (custo, receita, lucro, ponto de equilíbrio, tendências, comparações, etc.). Incluímos nesses casos os trabalhos relacionados com (1) o estudo da criação de uma ONG, denominada Amigos do Bairro, com dois objetivos. O primeiro deles era o de arrecadar verbas com a venda de salgadinhos, doces e refrigerantes para comprar cestas básicas para famílias desamparadas. E, o segundo, diretamente relacionado com o primeiro, era o de sensibilizar a classe para a importância de se discutir temas sociais, num meio acadêmico voltado, quase que exclusivamente, para a abordagem de questões financeiras. E (2) o estudo para a otimização de linhas de produção (em relação às quantidades ótimas para a maximização de lucros) relacionadas com uma fábrica de calçados e também com uma empresa de cosméticos.

3. Discussões e resultados

As dificuldades em relação à aprendizagem dos conteúdos matemáticos, comuns entre alunos nas universidades brasileiras, sobretudo nas particulares e ainda mais em cursos noturnos da área de humanas, decorrem, em grande parte, da formação inadequada em matemática desses alunos em seus estudos precedentes. Essas dificuldades, aliadas ao cansaço dos alunos que trabalham durante o dia e que por isso freqüentam cursos noturnos, contribuem para a dispersão do estudante na sala de aula, e esta, por sua vez, prejudica, ainda mais, o processo de aprendizagem. Romper esse círculo vicioso é um dos desafios da Educação Matemática.

Nos ambientes de modelagem que construímos na disciplina Matemática para a Administração trabalhamos com duas vertentes, interligadas entre si, que mostram caminhos para o rompimento desse círculo. Na primeira delas, através do trabalho em grupo baseado em problemas relacionados com o conteúdo estudado na sala de aula, buscamos criar espaços para os alunos trabalharem colaborativamente e cooperativamente, de modo que cada integrante pudesse contribuir com o desenvolvimento do projeto e, ao mesmo tempo, auxiliar seus colegas e ser ajudado por eles. Na segunda, através da associação entre conteúdos curriculares e aplicação da modelagem matemática em situações do cotidiano do aluno, principalmente quando essas situações relacionam-se com suas atuais ou futuras atividades profissionais, buscamos contribuir para tornar a aprendizagem mais significativa e, conseqüentemente, proporcionar melhores resultados acadêmicos. Abordamos as contribuições dessas vertentes.

Como mencionado na seção anterior, após o estudo de cada tópico os alunos recebiam situações-problema sobre o assunto estudado, para, em seus grupos,

buscarem as soluções mais apropriadas para as questões propostas. Buscamos, com essas atividades coletivas, criar espaços para trabalhos colaborativos e cooperativos. Apesar de, em geral, colaboração e cooperação serem vistas como palavras sinônimas, usamos aqui as diferenciações apontadas por Fiorentini (2004). Na colaboração há uma participação coletiva voltada para a elaboração de um determinado trabalho, enquanto na cooperação, ocorre um processo de auxílio, caracterizado pela ajuda que uns dão aos outros. Nessa mesma direção, Choppin (2007) destaca a importância das discussões colaborativas que ocorrem nos trabalhos em grupo, na medida em que essas discussões favorecem oportunidades para o desenvolvimento tanto de proficiência matemática quanto de literacia matemática em suas diversas formas.

Constatamos, como Boruchovitch (1996), que o envolvimento colaborativo de todos os integrantes contribui para a realização de atividades complexas e que se complementam no propósito de construir um todo. Além disso, esse envolvimento extrapola a simples divisão de tarefas e maximiza os benefícios para a aprendizagem, na medida em que esse envolvimento faz com que todos os alunos, através de discussões dentro do grupo ou de apresentações de resultados para seus pares, participem de forma ativa das atividades que estão sendo desenvolvidas.

Ainda na perspectiva da aprendizagem e com olhar voltado mais diretamente para o ensino de matemática, atividades em grupo criam condições para o surgimento, na sala de aula, de ambientes de cooperação. Assim, por exemplo, em exercícios que necessitavam dos conteúdos matemáticos estudados nos ensinos fundamental e médio, alguns alunos, melhores preparados, auxiliavam seus colegas que, por terem interrompido seus estudos, não conseguiam encontrar as soluções para os problemas. Em outros casos, alguns alunos com vivência em empresas, tinham mais facilidade com os conceitos de custo fixo, custo variável, receita, lucro, oferta e demanda, e auxiliavam seus colegas que não possuíam essa vivência. Em ambas as situações a cooperação se fez presente, gerando assim ambientes caracterizados pela troca de conhecimentos.

Como dito em Jacobini (2007), atividades de cooperação mostram que o estudante universitário sente-se gratificado quando, ao ajudar seus colegas a aprender, tem a oportunidade de contribuir com alguém que, diferentemente dele, não possui facilidade para a aprendizagem de matemática. Elas mostram também que esses estudantes, responsáveis por atos de solidariedade na sala de aula, sentem-se interessados e estimulados para aprofundar o seu conhecimento matemático e, até mesmo, aprimorar posturas relacionadas com a forma de ensinar. Ademais, e no caso específico do relacionamento entre a matemática curricular e o mundo do trabalho, as cooperações motivam não apenas a aprendizagem matemática, mas, em muitos casos, trocas de contribuição sobre questões específicas relacionadas com o campo profissional dos alunos.

Se, por um lado, é verdade que trabalhos em grupos abrem espaços para avanços pedagógicos, contribuindo fortemente para a construção de ambientes

voltados tanto para a aprendizagem quanto para a crítica e para a reflexão, por outro, é igualmente verdade que trabalhar em grupos não é uma tarefa fácil para os alunos, já que eles sentem-se inseguros quando se vêem frente a frente com essa nova dinâmica, na qual precisam, antes de qualquer tomada de decisão, discutir com seus pares suas dúvidas, seus caminhos de atuação e suas descobertas. Essas dificuldades também foram evidenciadas por Paulette (2003), em sua pesquisa com alunos do curso de Administração de uma universidade particular do estado de São Paulo. Também não é fácil para o professor realizar atividades em grupos, já que, por causa do dinamismo das aulas, ele precisa dispor de mais tempo do que em trabalhos pedagógicos individuais e de mais disposição para atender as diferentes necessidades dos grupos.

Percebemos, entretanto, com o desenrolar das atividades, que os alunos, gradativamente, mudavam suas posturas nos ambientes dos grupos, não apenas em relação aos aspectos relacionados com a colaboração e com a cooperação, mas também em relação à liberdade para solicitar o apoio da professora nos momentos em que surgiam impasses que dificultavam a continuidade dos trabalhos ou dúvidas sobre questões matemáticas. O acompanhamento, facilitado pela liberdade de comunicação, tinha como principal objetivo auxiliar os alunos no processo de reflexão, quer sobre seus próprios raciocínios, quer sobre os desdobramentos decorrentes das decisões tomadas pelo grupo. Os comentários da professora, registrados nos trabalhos que os grupos entregavam, contendo apontamentos de erros e indicando caminhos para suas correções, realimentavam as discussões dentro dos grupos. Essa postura de camaradagem, tanto entre os alunos quanto entre eles e a professora, contribuiu para a construção de um clima de companheirismo entre todos os participantes do ambiente.

Ainda em relação às dificuldades dos alunos, Boruchovitch (1996) aponta alguns efeitos negativos, com os quais concordamos, quando se faz a opção pelo trabalho em grupo na sala de aula. Eles devem ser enfrentados, pois podem, ao contrário do esperado, minimizar os efeitos positivos dessa opção pedagógica. Para Boruchovitch, uma dessas dificuldades é o efeito do “status acadêmico”, quando um membro do grupo se acomoda e investe menos esforço mental partindo do pressuposto de que os outros integrantes são mais talentosos e mais competentes para resolver a tarefa do que ele mesmo. Outra dificuldade, também apontada pela autora, relaciona-se com o sentimento de incompetência de um participante (ou até de vários deles) que, constantemente, tem suas contribuições rejeitadas pelos outros membros do grupo. Essa situação pode propiciar não apenas o fracasso na aprendizagem, mas também o fortalecimento da matemafobia. A pesquisadora aponta também como possível geradora de um efeito negativo, a difusão da responsabilidade entre os participantes, na medida em que cada parte sendo realizada por um membro do grupo produz menos esforço individual, mas pode propiciar que esta parte seja dominada apenas pelo aluno responsável por ela e não compartilhada com os demais.

Nas considerações acima abordamos a potencialidade dos trabalhos em grupos. Na sequência, concentramos nosso interesse na associação entre conteúdos curriculares e aplicação da modelagem matemática em situações relacionadas com as atividades profissionais dos alunos. Iniciamos nossas considerações lembrando que, para os alunos, a criação dos seus próprios problemas não foi uma tarefa fácil. Como confirmam estudos de Crouch e Haines (2004) e de Galbraith e Stillman (2006) a transição de problemas reais para modelos matemáticos é outra dificuldade para os alunos. Lidar na sala de aula com essas duas dificuldades é uma das tarefas do professor que opta por essa vertente centrada na modelagem como ação pedagógica.

Encontramos na orientação aos grupos, tanto em encontros na sala de aula quanto fora dela (apesar da escassez de horário já que muitos alunos trabalham fora do período das aulas), uma forma, não apenas para minimizar os efeitos de ambas essas dificuldades, mas também de ampliar o interesse dos alunos nas atividades do ambiente construído. Nos espaços criados essas orientações extrapolavam as questões matemáticas e, com apoio de alguns estudantes, envolviam também a utilização dos recursos disponíveis no Excel.

Sobre a orientação docente em atividades coletivas, Choppin (2007) destaca que é papel do professor ajudar seus alunos a refletirem sobre os seus próprios pensamentos. Completamos essa fala dizendo que, no caso do trabalho com a modelagem, também é responsabilidade do professor dar os encaminhamentos necessários em sala de aula, dirigidos tanto para sintetizar o conteúdo programático quanto para conduzir as atividades que envolvem o próprio procedimento da modelagem.

O processo de desenvolvimento do projeto, ao propiciar condições para que o aluno tivesse contato com aplicações do conteúdo curricular, possibilitou, numa direção, que ele visualizasse a necessidade dos conteúdos matemáticos para a sua formação profissional. É o caso, por exemplo, do uso das funções lineares e quadráticas para aproximar curvas de tendência relacionadas ao comportamento da oferta, da demanda, do custo, dentre outras, e para fazer comparações. Como consequência, essa percepção da relação entre conteúdo curricular e mundo do trabalho contribuiu para o rompimento, ao menos parcial, de tensões, freqüentemente sentidas nas aulas de matemática nos cursos de Administração.

Numa outra direção, o projeto possibilitou que o estudante adquirisse conhecimento de assuntos externos à matemática, diretamente relacionados com suas futuras atividades profissionais, quer através da realização do trabalho do seu grupo, quer através da apresentação dos projetos realizados pelos seus colegas de classe. Dois casos exemplificam essa nossa percepção. O primeiro diz respeito à melhor compreensão, por parte de alguns alunos, do significado de pró-labore e de alguns impostos decorrentes das atividades de uma empresa. O segundo tem a ver com os conceitos de custo fixo e de custo variável, de receita e de lucro, que se tornaram mais claros para os alunos após seus envolvimento com os trabalhos práticos.

Além disso, o envolvimento do estudante, de um lado com todas as questões que cercavam o problema de interesse, quer quando esse problema era real e extraído diretamente de uma empresa, quer quando ele era fictício, porém relacionado com sua área profissional, e, do outro, com a matemática necessária para que esse problema pudesse ser resolvido, favoreceu a construção de um ambiente de valorização da aprendizagem do conteúdo programático. Os alunos não apenas aprenderam bastante com a realização do trabalho, mas também perceberam a importância da associação entre a matemática curricular e situações de seus cotidianos. Para os estudantes, a matemática estudada em sala foi mais facilmente compreendida com a realização do projeto.

Dentre as diversas falas dos alunos que confirmam essa nossa percepção, trazemos as de dois participantes:

“Concluimos que a matemática está presente em todos os ambientes da sociedade e principalmente no empresarial. Vimos que nesta empresa de software a matemática não é só usada financeiramente, mas também para produção dos próprios. Também foi de grande importância para o aprendizado geral do grupo, visto que aprendemos que as funções lucro, receita e custo são essenciais para o sucesso financeiro de uma empresa”. **(aluno A)**

“Podemos concluir que neste trabalho relacionamos o conteúdo dado em sala de aula pela professora, para a realização do projeto de aplicação dos conceitos matemáticos. Dessa forma, o que vimos na teoria colocamos em prática no projeto, o que foi muito importante para o nosso conhecimento. O mais interessante em nossa opinião é que tudo isso está diretamente ligado à nossa profissão. Afinal, um administrador de empresas tem de estar apto para solucionar problemas e encontrar soluções”. **(aluno B)**

Com as apresentações dos resultados pelos grupos de trabalho encerramos as atividades do ambiente. Essas apresentações, juntamente com os relatórios escritos, completam o ciclo de atividades que envolvem os projetos de modelagem na medida em que elas possibilitam que cada grupo exponha para seus colegas todas as etapas do seu problema, bem como as alternativas encontradas para solucioná-lo, e, igualmente, que todos os estudantes da classe possam conhecer a realidade das empresas. Ademais, essas apresentações contribuem para que o professor, mediador das discussões, sintetize o conteúdo programático da disciplina, relacionando-o com as atividades práticas trabalhadas pelos estudantes.

4. Conclusões

Neste texto buscamos relacionar a modelagem matemática com o mundo do trabalho. Enfatizamos a construção de ambientes de aprendizagem na disciplina Matemática para Administração, onde os alunos, com base em projetos de

modelagem, foram incentivados a investigar situações relacionadas com suas atividades profissionais, atuais ou futuras, buscando associar essas situações com os conteúdos matemáticos curriculares.

Como principais resultados, apontamos, inicialmente, a potencialidade dos trabalhos em grupo com nosso olhar voltado para duas direções. Na primeira delas enfatizamos a valorização dos aspectos relacionados com a contribuição que cada integrante pode dar para o desenvolvimento do projeto. Nela, cristaliza-se o caráter colaborativo dos trabalhos com a modelagem. Em uma segunda direção realçamos a perspectiva da cooperação, diretamente relacionada com o auxílio que um estudante pode dar ao seu colega. Além de evidenciarmos algumas dificuldades que podem surgir quando se opta pelos trabalhos em grupo, discutimos também caminhos para que tais dificuldades possam ser amenizadas.

Destacamos como segundo resultado, as percepções, pelos estudantes, da relevância da disciplina tanto para a sua formação intelectual quanto para a sua valorização profissional. Apontamos, igualmente, duas direções. Na primeira delas, a modelagem matemática apresenta-se como uma estratégia pedagógica que complementa essa associação entre conteúdo programático e aplicação real, relacionada com o mundo do trabalho, na medida em que ela (a modelagem) propicia a construção de ambientes favoráveis para que os estudantes escolham seus problemas de interesse, obtenham seus próprios dados, participem de investigações, de análises e de discussões. E, conseqüentemente, que o aprendizado seja mais significado para eles.

Além disso, como disseram alguns estudantes, projetos de modelagem possibilitam que a matemática escolar seja relacionada com o dia-a-dia profissional, no caso em estudo com o cotidiano de um administrador de uma empresa. Confirmamos assim alguns dos principais argumentos apontados por Blum (1995) e por Zbiek e Conner (2006), já que, para os estudantes, esta associação entre a modelagem e o seu cotidiano, além de motivar e facilitar a aprendizagem contribui para a valorização da matemática curricular e possibilita a integração da matemática com a sua área profissional.

Na segunda direção, o envolvimento do estudante em questões que dizem respeito ao seu cotidiano profissional, principalmente sendo ele um aluno ingressante na universidade, favorece a sua imersão em discussões que extrapolam as questões matemáticas e contribuem, de um lado, para que ele venha, ainda precocemente, envolver-se com conceitos que vão acompanhá-lo pela sua vida no ambiente de trabalho. Relembramos os exemplos relacionados com conceitos sobre pró-labore e com impostos freqüentemente utilizados no dia-a-dia das empresas, custos fixo e variável, receita e lucro. E, de outro, para os avanços na aprendizagem dos recursos possibilitados pela tecnologia informática (no nosso caso, pelo Excel), tecnologia esta indispensável tanto para o trabalho com a modelagem quanto para as atividades profissionais. Associamos tais discussões, inclusas nessa segunda direção, com as discussões paralelas apresentadas por Barbosa (2007) e que acompanham os projetos de modelagem.

Assim, ao concluir realçamos que esta simbiose entre a Modelagem Matemática e o mundo do trabalho contribui, de um lado, para a percepção, pelo estudante, da relevância da disciplina tanto para a sua formação acadêmica quanto para a sua preparação para o mundo do trabalho. E, de outro lado, para a construção, na sala de aula, de um ambiente de colaboração apropriado para que os alunos possam interagir, quer nos trabalhos em grupo, quer nos momentos de trocas de experiências acadêmicas e profissionais.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática e os professores: a questão da formação. **Bolema**, Ano 14, n. 15, p. 5-23, 2001.

BARBOSA, J. C. **Mathematical modelling and parallel discussions**. In: 5th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, 2007, Larnaca. *Proceedings of the 5th CERME*, 2007, v. 1, p. 1-10.

BRADSTREET, T. E. Teaching Introductory Statistics Courses So That Nonstatistician Experience Statistical Reasoning. **The American Statistician**, v. 50, n. 1, p. 69-78, 1995.

BRASIL, Resolução CES no. 23 de 03 de fevereiro de 2005, Diário Oficial da União, Brasília, 06/06/2005. Disponível em: www.portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/2005/ces_23_2005.pdf Acesso em: 28 abr. 2008.

BORUCHOVITCH, E. Trabalhos em Grupos: efeitos positivos e negativos para a aprendizagem. In: **Tecnologia Educacional**, v. 24, n.128, p. 31-33, 1996.

BLUM, W. **Applications and Modeling in mathematics teaching and mathematics education – some important aspects of practice and of research**. In: SLOYER, C. et al (Eds.). *Advances and perspectives in the teaching of Mathematical modeling and Applications*. Yorklyn, DE: Water Street Mathematics, 1995, p. 1-20.

CHOPPIN, J. **Engaging Students in Collaborative Discussions: Developing Teachers' Expertise**. In: MARTIN, G.; STRUTCHENS, M. E. (Eds.). *The Learning of Mathematics*. Reston, U.S.A.: NCTM, 2007, p. 129-138.

CROUCH, R.; HAINES, C. Mathematical modeling: transitions between the real world and the mathematical model. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**; v. 35, n. 2, p. 197-206, 2004.

FERREIRA, D. H. L., JACOBINI, O. R. **Mathematical modelling: from classroom to the real world**. In: Blomhoj, M.; Carreira, S. (orgs.). *Mahtemactical applications and modelling in the teaching and learning of mathematics*. *IMFUFA tekst*. 2009, n. 461, p. 35-46.

FIORENTINI, D. **Pesquisar práticas colaborativas ou pesquisar colaborativamente?** In: BORBA e ARAUJO, *Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática*. Coleção Tendências em Educação Matemática. Editora Autêntica. SP, 2004, p. 47-76.

FRANKENSTEIN, M. **Relearning mathematics: a different third – radical maths**. Londres: Free Association Books, 1989.

GALBRAITH, P.; STILLMAN, G. A framework for identifying student blockages during transitions in the modeling process. **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, v. 38, n. 2, p. 143-162, 2006.

JABLONKA, E. **Mathematical Literacy**. In: Second International Handbook of Mathematics Education. Dordrecht, NL: Kluwer Academic Publishers, 2003.

JACOBINI, O. R. **A modelagem matemática em sua dimensão crítica: novos caminhos para conscientização e ação políticas**. V Conferência Nacional sobre Modelagem e Educação Matemática. *Anais...* Ouro Preto, Brasil. 2007. CD-ROM.

PAULETTE, W. **Novo enfoque da disciplina Matemática e suas Aplicações, no Curso de Administração de Empresas da Universidade Paulista – Unip**. 2003, 398 f. Tese (doutorado em Educação Matemática). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual paulista, Rio Claro, 2003.

SKOVSMOSE, O. **Desafios da Reflexão em Educação Matemática Crítica**. Campinas. Editora Papirus, 2008.

ZBIEK, R. M., CONNER, A. Beyond Motivation: exploring mathematical modeling as a context for deepening students' understanding of curricular mathematics. **Educational Studies in Mathematics**. v. 63, n. 1, p. 89-112, 2006.