

Práticas de Modelagem Matemática: uma Possibilidade para o Professor Empreendedor

Márcia Jussara Hepp Rehfeldt
Silvana Neumann Martins

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo mostrar entrecruzamentos de parte dos resultados obtidos em duas teses de doutorado desenvolvidas pelas autoras deste estudo, na área da Educação. A construção deste artigo surgiu a partir de discussões acerca de referenciais teóricos envolvendo modelagem matemática e empreendedorismo. A metodologia para a elaboração deste artigo consistiu na releitura e discussão das duas teses, e na observação de resultados comuns que emergiram e proporcionaram a elaboração de duas categorias de análise, que seguiram os princípios de Bardin (2009): a) aproximação entre a teoria e a prática; b) práticas pedagógicas inovadoras. Os resultados apontam que a modelagem matemática e o empreendedorismo, quando utilizados pelo professor em sala de aula, favorecem a percepção da aproximação entre a teoria e a prática. Ademais, a utilização de práticas pedagógicas inovadoras, tende a garantir a dinâmica dos processos de ensinar e de aprender.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Empreendedorismo. Professores. Alunos. Práticas Pedagógicas.

Mathematical Modeling Practice: an Opportunity for the Entrepreneur Teacher

ABSTRACT

This article aims exposing intersections of part of the results that were achieved in two doctoral dissertations developed by the authors of this study in the Education area. The idea of working out this article arose from discussions concerning the theoretical references, involving mathematical modeling and entrepreneurship. The methodology used to develop this article consisted in re-reading and discussion of both dissertations, and also observation of common results, which emerged and enabled two categories of analysis based on the principles of Bardin (2009): a) the approach between the theory and the practice; b) innovative pedagogical practices. The results showed that the mathematical modeling and entrepreneurship support the perception of the approach between the theory and the practice, when they are used by the teacher in the

Márcia Jussara Hepp Rehfeldt é Doutora em Informática na Educação, professora, Centro Universitário UNIVATES, Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas. Endereço para correspondência: Rua Avelino Tallini, 171, Universitário, CEP: 95990-000 – Lajeado/RS – Caixa-postal: 155. E-mail: mreinfeld@univates.br

Silvana Neumann Martins é Doutora em Educação, professora, Centro Universitário UNIVATES, Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas. Endereço para correspondência: Rua Avelino Tallini, 171, Universitário, CEP: 95990-000 – Lajeado/RS – Caixa-postal: 155. E-mail: smartins@univates.br

classroom. Moreover, the use of innovative pedagogical practices tends to ensure the dynamics of the teaching and learning processes.

Keywords: Mathematical Modeling. Entrepreneurship. Teachers. Students. Pedagogical Practices.

INTRODUÇÃO

As autoras deste artigo ministram aulas em um Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas que procura contribuir para a melhoria da formação de professores na área de Ciências e Matemática; construir e organizar metodologias e desenvolver tecnologias no Ensino de Ciências e Matemática; e formar profissionais capazes de diagnosticar, propor e avaliar soluções para problemas no Ensino de Ciências e Matemática.

Na tentativa de atingir os objetivos supracitados, as orientações dos mestrandos são realizadas em parcerias, na forma de orientação e coorientação, por professores, preferencialmente de áreas distintas. Entende-se que esta sistemática possa privilegiar a interdisciplinaridade, fazendo com que os pares dialoguem, troquem ideias, aprendam em conjunto, consigam desvendar novos saberes e redimensionar o antigo, sempre buscando um profundo envolvimento e comprometimento com os projetos e as pessoas envolvidas no processo.

Foi a partir de discussões acerca de referenciais teóricos dos orientandos e coorientandos que as autoras deste artigo perceberam algumas imbricações entre suas teses de doutoramento. A primeira intitula-se *Educação empreendedora transformando o ensino superior: diversos olhares de estudantes sobre professores empreendedores* e foi defendida em 2010 na Faculdade de Educação da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. O estudo focaliza as transformações positivas e as aprendizagens que ocorrem em sala de aula, através do fazer pedagógico de professores empreendedores e a utilização da educação empreendedora. Um dos resultados encontrados nesta pesquisa descreve a sala de aula de um professor empreendedor.

Participaram do estudo, acadêmicos de uma IES do Estado do Rio Grande do Sul, que tinham cursado a disciplina de Empreendedorismo no semestre A/2009. A escolha desses alunos ocorreu, porque eles, a partir dos conteúdos estudados na disciplina durante o semestre, estavam, teoricamente, mais habilitados para responder ao questionário elaborado para a pesquisa, que continha questões sobre a teoria empreendedora.

Neste estudo, um questionário com perguntas abertas e fechadas foi utilizado como instrumento da coleta de dados, o qual visou identificar e mensurar a opinião da população envolvida na pesquisa. O questionário utilizado foi estruturado com 9 perguntas, entre abertas e fechadas. Para o exame das temáticas extraídas do material selecionado, foi utilizada a técnica de análise de conteúdo apresentada por Bardin (2009).

Os resultados que emergiram desta pesquisa foram agrupados em quatro categorias: 1. A importância da disciplina de Empreendedorismo na IES em foco; 2. O professor universitário: um empreendedor; 3. A aula de um professor empreendedor e

4. Empreendedorismo transformando a educação na universidade. Ao final do trabalho observou-se que os universitários legitimam as metodologias utilizadas por professores empreendedores e colocam que, com esses professores, ocorre aprendizagem. Partindo das observações dos estudantes, foram propostas metodologias de ensino e ações pedagógicas que resultem em uma educação empreendedora.

Cabe salientar que esta pesquisa identificou que, a partir das escolhas realizadas pelos universitários respondentes, a sala de aula necessita de um profissional que sabe o que diz, que sabe o que faz, que sabe fazer a diferença, que adora sua profissão, que tem postura definida, que tem dedicação constante, que se relaciona bem com os alunos, com outros professores e com o público externo à universidade e que é muito organizado (MARTINS, 2010).

A segunda tese traz como título *A aplicação de modelos matemáticos em situações-problema empresariais com uso do software Lindo* e foi aprovada em 2009 no Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O estudo mostra a possibilidade de observação da existência da aprendizagem significativa a partir do uso de modelos matemáticos quando os alunos do curso de administração equacionam situações-problema empresariais com o auxílio do *software* LINDO¹.

A pesquisa foi realizada em duas etapas. A primeira ocorreu no primeiro semestre de 2008 com a participação de 20 alunos do curso de Administração que estavam cursando a disciplina Pesquisa Operacional em uma IES situada no Estado do Rio Grande do Sul. O teste piloto realizado teve por objetivo verificar a exequibilidade da pesquisa. No semestre seguinte, foram incorporados à pesquisa dados de 58 sujeitos, todos alunos do curso e da disciplina anteriormente referidos.

Os alunos realizaram pré e pós-testes para verificar a existência dos subsunçores² para auxiliarem a desenvolver algumas habilidades necessárias para o desenvolvimento de competências para a profissão Administrador. Face aos resultados obtidos no pré-teste, fez-se necessária a utilização de organizadores avançados³ para auxiliar na aquisição dos conhecimentos e assim estabelecer relações entre aquilo que o aluno já sabia e o que deveria saber nas habilidades ausentes no grupo de alunos.

Considerando os subsunçores, os alunos vivenciaram um ambiente de modelagem matemática durante o semestre e construíram e reconstruíram modelos matemáticos de situações empresariais por eles vivenciados nas empresas em que trabalhavam. Para complementar, elaboraram mapas conceituais acerca do que entendiam ser modelos matemáticos que também foram reconstruídos ao longo do semestre. Por fim, aplicou-se um instrumento com questões semiestruturadas com o intuito de verificar a capacidade do aluno de pensar estrategicamente e de introduzir mudanças no processo produtivo,

¹ *Linear, Interactive and Discrete Optimizer*. É um *software* desenvolvido pela Lindo Systems Inc. de Chicago, Illinois, EUA, para a resolução de modelos de programação linear, quadrática ou inteira.

² Ausubel (2003) define subsunçor como uma estrutura de conhecimento específica.

³ Um organizador avançado é um mecanismo pedagógico que ajuda a implementar princípios para estabelecer ligações entre aquilo que o aprendiz já sabe e aquilo que precisa saber, caso necessite apreender novos materiais de forma mais ativa e expedita (AUSUBEL, 2003).

habilidades estas que constam no projeto pedagógico do curso de Administração. Ainda vislumbrou observar os processos cognitivos, em especial, a diferenciação progressiva⁴ e reconciliação integradora⁵.

APROXIMAÇÕES TEÓRICAS

Explicitados os caminhos investigativos e o mote do entrecruzamento das teses, passaremos a dissertar acerca dos conceitos utilizados por cada estudo.

Modelagem matemática e empreendedorismo

Neste item serão expostas algumas definições acerca dos conceitos de modelagem matemática e empreendedorismo com o intuito de iniciar o tecimento das possíveis imbricações entre os referenciais teóricos. Ao longo do texto, tentaremos defender a ideia de que o professor que experimenta e vivencia com seus alunos um ambiente de modelagem matemática, no sentido em que Barbosa (2007, 2008) propõe, tem um perfil empreendedor.

Antes de iniciarmos as discussões acerca dos referenciais, queremos ainda nos posicionar sobre o que entendemos por modelagem matemática. Segundo Monteiro (1992), há dois grupos que utilizam a modelagem matemática: os que a concebem como um método de pesquisa em matemática e os que a concebem como um método pedagógico no processo de ensino e de aprendizagem da matemática. No primeiro grupo, inserem-se as pesquisas em matemática pura e aplicada, que entendem modelagem como um processo de abstração no qual são levantadas as hipóteses e, a partir delas, constrói-se o modelo matemático. Este é testado e analisado para verificar sua validade. Caso o modelador não o valide, recomeça-se o processo. Já o segundo grupo, conforme Monteiro (1992), entende que a modelagem é um caminho para o ensino e a aprendizagem da matemática, no qual o aluno parte de uma realidade observada. Cabe salientar, que é nessa segunda perspectiva que estamos realizando nossas reflexões.

Com o intuito de refletir sobre a educação empreendedora, iniciamos a fundamentação dos conceitos a partir de Dolabela (1999), quando afirma que o empreendedor é alguém que define por si mesmo o que vai fazer e em que contexto será feito. Ao definir o que vai fazer, ele leva em conta seus sonhos, desejos, preferências, o estilo de vida que quer ter. Dessa forma, consegue dedicar-se intensamente, já que seu trabalho se confunde com o prazer. O autor coloca que:

⁴ Moreira e Masini (1982, p.21-22) definem diferenciação progressiva como “o princípio pelo qual o assunto deve ser programado de forma que as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina sejam apresentadas antes e, progressivamente diferenciadas, introduzindo detalhes mais específicos”.

⁵ A reconciliação integradora tem a tarefa facilitada no ensino expositivo, se o professor e/ou os materiais de instrução anteciparem e contra-atacarem, explicitamente, as semelhanças e diferenças confusas entre novas ideias e ideias relevantes existentes e já estabelecidas nas estruturas cognitivas dos aprendizes (AUSUBEL, 2003, p.6).

[...] a tese de que o empreendedor é fruto de herança genética não é mais relevante nos meios científicos, onde a preocupação maior não é a existência ou não de uma possível hereditariedade, mas sim, saber se é possível aprender a ser empreendedor. As conclusões a esse respeito são afirmativas, mas o ensino deve seguir uma metodologia própria, bastante diferente da utilizada no ensino tradicional (DOLABELA, 1999, p.68-69)

Seguindo a mesma linha de pensamento, o autor mostra exemplos de empreendedores:

- Um indivíduo que cria uma empresa, qualquer que seja ela;
- Uma pessoa que compra uma empresa e introduz inovações, assumindo riscos, seja na forma de administrar, vender, fabricar, distribuir ou de fazer propaganda dos seus produtos e/ou serviços, agregando novos valores;
- Um empregado que introduz inovações em uma organização, provocando o surgimento de valores adicionais. (DOLABELA, 1999, p.69)

Se pensarmos na modelagem matemática e, em especial, nos modelos concebidos a partir de uma situação vivenciada, temos que ter em mente que os modelos são simplificações da realidade e isso tem relação com o modelador, como ele percebe a situação e quais as informações e percepções que ele descarta. No entanto, isso é inerente a cada pessoa, depende de assunções, de simplificações e das abstrações relacionadas à solução de um problema ou comunicação pretendida.

Aproximando a prática da modelagem matemática da teoria empreendedora, trazemos Martinelli (2003), quando afirma que não é difícil identificar pessoas que, no dia a dia, conseguem efetivar seus objetivos, mesmo diante de adversidades. Outras, entretanto, não obtêm o mesmo êxito, ainda que em condições favoráveis. Segundo o autor, pode-se concluir que, além do preparo técnico específico para a efetivação de um projeto e de um ambiente favorável, existem também aspectos pessoais que aumentam a probabilidade de levar a cabo qualquer desafio. O que se espera são pessoas ativas, que vivam profundamente suas metas e que assumam a responsabilidade pessoal de implementar novas ideias e transformá-las em sucesso. Para ele, os *intrapreneurs* (empreendedores internos) fazem a diferença entre o sucesso e o fracasso da empresa.

Redirecionando conceitos, Biembengut e Schimitt (2007) afirmam que o modelo depende, antes de tudo, de como a pessoa percebe o meio, compreende, representa e procura comunicá-lo. Para Biembengut (2003), a elaboração de um modelo matemático também está relacionada com o conhecimento matemático que se tem. Para McLone (1976), um modelo matemático é um construto matemático abstrato, simplificado, que representa uma porção da realidade com algum objetivo particular. Bassanezi (2002) define modelo matemático como um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam, de alguma forma, o objeto estudado. Segundo Biembengut (1997, p.89),

modelo matemático é “um conjunto de símbolos e de relações matemáticas que representa, de alguma forma, um fenômeno em questão ou um problema de situação real”. Arenales et al. (2007) conceituam modelo matemático como sendo uma simplificação da realidade (abstração) de um problema real. Na mesma linha, Lachtermacher (2002) refere-se a duas importantes características dos modelos matemáticos: (1) o modelo será sempre uma simplificação da realidade; (2) detalhes devem ser incorporados ao modelo para que os resultados atinjam suas necessidades, isto é, que o modelo seja consistente com as informações disponíveis e que seja modelado e analisado no tempo disponível para tal.

Comparando os conceitos trazidos até aqui, podemos inferir que tanto a modelagem quanto o empreendedorismo incitam o professor a desenvolver práticas pedagógicas inovadoras em sala de aula. Corroborando esta ideia, Peter Drucker (2000) menciona que o empreendedorismo não é nem arte, nem ciência, ele é, sim, uma prática. Para Schumpeter (1997), o empreendedor é o homem que realiza coisas novas e não, necessariamente, aquele que inventa. O autor segue colocando que empreendedorismo envolve qualquer forma de ação inovadora que tenha uma relação com a prosperidade da empresa.

Na nossa visão, a modelagem matemática e o empreendedorismo, quando trabalhados em sala de aula, podem colaborar com a formação de estudantes com o perfil exigido por um mercado de trabalho que almeja a prosperidade. De acordo com Barbosa (2008, p.49), para uma atividade ser definida como modelagem é “necessário que ela seja um problema para os alunos, ou seja, eles não devem ter estratégias prontas ‘às mãos’, e ela tenha referência na realidade (ou seja, extraída do dia a dia ou de outras ciências)”. O perfil de um empreendedor também perpassa pela busca de soluções para os problemas existentes. Ele também não possui estratégias prontas, busca-as quando lhe proporcionarem uma oportunidade e quando lhe exigirem uma nova tomada de decisão.

Na modelagem matemática,

[...] a elaboração de um modelo depende do conhecimento matemático que se tem. Se o conhecimento matemático restringe-se a uma matemática elementar [...] o modelo pode ficar delimitado a esses conceitos. Tanto maior o conhecimento matemático, maior serão as possibilidades de resolver questões que exijam uma matemática mais sofisticada. Porém o valor do modelo não está restrito à sofisticação matemática. (BIEMBENGUT, 2003, p.12)

A partir da citação acima, entende-se que o valor da experimentação e dos resultados que se obtém tendo em vista a aprendizagem da matemática, são essenciais e prioritários na visão da autora. Na perspectiva sociocrítica, caracterizada em Barbosa (2003, 2006, 2008), os alunos discutem, entre outros aspectos, o papel da matemática na sociedade, que no nosso entender poderá auxiliar na formação de pessoas com perfil empreendedor. Para o autor:

O desenvolvimento de competências ou a aprendizagem de procedimentos e conceitos matemáticos, visto em outras perspectivas como propósitos primários,

é considerado na perspectiva sócio crítica como meio para gerar a discussão sobre o papel que os modelos matemáticos podem ter na sociedade. (BARBOSA, 2008, p.48)

Ainda de acordo com Barbosa (2008, p.50), na perspectiva sociocrítica, uma implicação

[...] é a recomendação de que os alunos ‘leiam’ os modelos matemáticos de forma crítica, analisando como os resultados matemáticos dependem do lugar de onde eles são produzidos e como estes últimos são usados (Por quem são produzidos? Que resultados geram na sociedade? A quem beneficia? A quem prejudica? Etc.).

A busca de respostas às perguntas acima mencionadas poderá incitar, por exemplo, um empregado de uma empresa a introduzir inovações em uma organização (intraempreendedor), o que segundo Dolabela (1999) caracteriza-a como uma pessoa empreendedora.

De posse de algumas imbricações no campo teórico acerca da modelagem matemática e do empreendedorismo, tentaremos nos posicionar mais uma vez, por meio de exemplos agora práticos, favoráveis à ideia de que o professor que experimenta e vivencia com seus alunos um ambiente de modelagem matemática tem um perfil empreendedor. Para isso, iniciaremos a seguir, os entrecruzamentos dos resultados práticos das duas pesquisas supracitadas.

DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO E RESULTADOS

A metodologia para a elaboração deste artigo consistiu na releitura e discussão das duas teses, e na observação de resultados comuns que emergiram e proporcionaram a elaboração de duas categorias de análise: aproximação entre a teoria e a prática e Práticas pedagógicas inovadoras.

Para o exame das temáticas extraídas do material selecionado, utilizamos a técnica de análise de conteúdo apresentada por Bardin (2009). Tal análise integra um conjunto de técnicas que possibilitam, através de procedimentos sistemáticos de descrição do conteúdo, a realização de inferências acerca da produção e ou da recepção de determinada mensagem (BARDIN, 2009).

A seguir descrevem-se os entrecruzamentos encontrados a partir dos dados obtidos nas duas pesquisas. Cabe salientar que no estudo que envolveu a modelagem matemática, os participantes foram denominados de Aluno 1, Aluno 2 e assim por diante. Na pesquisa sobre empreendedorismo, foram chamados de E1, E2, sucessivamente.

Aproximação entre a teoria e a prática

Esta primeira categoria originou-se a partir das análises dos dados que emergiram das pesquisas elaboradas nas duas teses e que foram ao encontro da temática em questão. Na pesquisa acerca da modelagem matemática, foram observadas referências dos alunos quanto à aplicabilidade e utilidade da matemática, após estes terem descrito os modelos matemáticos percebidos nas empresas onde trabalhavam.

A partir da descrição desses modelos e da produção de mapas conceituais, os alunos evidenciam aproximações entre a teoria e a prática, através das seguintes falas:

Ao final deste trabalho proposto pela disciplina de Pesquisa Operacional e após aplicá-la na empresa, percebo que o resultado encontrado com este, será muito válido e provavelmente usado para futuras análises. Acredito que, de posse do resultado encontrado com esta pesquisa, posso apresentar a diretoria da cooperativa, bem como aos responsáveis pelo setor, sugestões de melhorias e redução significativa de custos. (Aluno 12)

O trabalho realizado, assim como o decorrer de toda a disciplina foi de grande valia para mim, pois contribui com novas informações e novos conhecimentos que com certeza contribuíram para minha formação acadêmica e também profissional já que estas teorias são aplicáveis ao cotidiano das empresas. (Aluno 55)

O trabalho foi realizado na propriedade rural de meu pai, [...]. É de costume realizar as atividades sem contabilizar custos, despesas nem o retorno econômico do negócio. Sabendo da importância do gerenciamento e da necessidade de dados confiáveis para a tomada de decisão, resolvi trabalhar a produção leiteira que é a principal fonte de renda da propriedade. (Aluno 14)

Nota-se que os alunos em questão, aprovaram a prática utilizada pela professora, pois conseguiram perceber a aproximação entre a teoria e a prática, validando, assim, a metodologia utilizada. Os alunos percebem que a matemática está presente no seu dia a dia e não somente na sala de aula da universidade, conseguem vislumbrar esta prática como sendo uma oportunidade para aprender e aplicar a matemática. Essas falas corroboram a ideia das autoras de que os modelos matemáticos podem ser empregados como ferramenta de apoio à decisão e contribuir cientificamente na gestão organizacional das empresas, tornando-as mais competitivas e, dessa forma, alcançando a prosperidade da empresa, no sentido em que Schumpeter (1997) propõe.

O mesmo ocorre com os alunos que estiveram envolvidos na pesquisa sobre professores empreendedores. A seguir algumas falas acerca do que os entrevistados pensam sobre essa temática: E12: “Os professores davam aulas dinâmicas, proporcionando aos alunos a oportunidade de participar do ensino e buscar o autoconhecimento”. E78: “Eles ligam teoria com a prática e dão aulas que agregaram conhecimento”; E104: “Sem decoreba e sim fazendo acontecer, mostrando como fazer.”; E 244: “Aulas coerentes com o dia a dia e motivadoras”.

Pode-se inferir que, nessas aulas acima comentadas, ocorreu um sucesso pedagógico trazido por Moran (2007, p.80):

[...] depende também da capacidade de expressar competência intelectual, de mostrar que conhecemos de forma pessoal determinadas áreas do saber, que as relacionamos com os interesses dos alunos, que podemos aproximar a teoria da prática e a vivência da reflexão.

A universidade deve saber interpretar as mensagens enviadas pelo ambiente externo e tentar formar pessoas capazes de utilizar sua criatividade para gerar inovação e provocar mudanças no cenário em que estão inseridas. Isso implica uma postura sensível, dinâmica, responsável, independente, participativa e empreendedora; postura que, na visão das autoras deste artigo, pode ser alcançada através de aulas que premiam a modelagem matemática e a educação empreendedora.

Para finalizar as reflexões nesta categoria, trazemos as afirmações de Panizzi (2006), a qual alerta que devemos nos dar por conta de que a vida é urbana, que o conhecimento não tem fronteira, que o emprego único acabou e que o fazer pedagógico deve permitir que os estudantes, quando procuram a universidade para acharem um caminho para suas profissões, encontrem as respostas para seus questionamentos.

Práticas pedagógicas inovadoras

Esta segunda categoria emergiu dos dados levantados pelas duas pesquisadoras e que objetivaram a questão da inovação das práticas pedagógicas em sala de aula. Para melhor ilustrar nossas reflexões, trazemos uma contribuição de Masetto (2003, p.49) para o assunto em questão:

Dialogar permanentemente de acordo com o que acontece no momento; trocar experiências; debater dúvidas, questões ou problemas; apresentar perguntas orientadoras; auxiliar nas carências e dificuldades técnicas ou de conhecimento quando o aprendiz não consegue se conduzir sozinho; garantir a dinâmica do processo de aprendizagem; propor desafios; desencadear e incentivar reflexões; criar intercâmbio entre a aprendizagem e a sociedade real onde nos encontramos, nos mais diferentes aspectos; colaborar para estabelecer conexões entre o conhecimento adquirido e novos conceitos, fazendo a ponte com outras situações análogas; colocar o aprendiz frente a frente com questões éticas, sociais, profissionais, conflituosas, por vezes; colaborar para desenvolver crítica com relação à quantidade e validade das informações obtidas; colaborar para que se aprenda a comunicar conhecimentos, seja por intermédio de meios convencionais, seja mediante novas tecnologias.

Os dizeres de Masetto (2003) sobre práticas inovadoras e utilização de novas tecnologias, vão ao encontro das colocações dos alunos participantes: E66: “Os professores empreendedores deram aulas bem diferentes de todas que já tive, todas deveriam ser do mesmo estilo, pois foi um dos motivos pelo qual parei de estudar, não me animava a vir

nas aulas porque era um saco, e essa não, pois eu participo.” E83: “De modo criativo, sem que a aula virasse a *mesmice* de sempre”; E104: “Sem decoreba e sim fazendo acontecer, mostrando como fazer.”; Seguem mais colocações:

Com a elaboração deste trabalho, podemos verificar a importância da Pesquisa Operacional que é a ciência voltada para a resolução de problemas reais, tendo como foco a tomada de decisões. Uma característica importante da pesquisa operacional e que facilita o processo de análise e de decisão é a utilização de modelos. Eles permitem a experimentação da solução proposta. (Aluno 54)

Com a finalização do trabalho, conclui que foi de grande importância esta nossa disciplina de Pesquisa Operacional, visto que pode ser aplicada no nosso dia a dia e em várias situações. Acredito que surgirão novas oportunidades onde poderemos usufruir de *softwares* para alcançarmos um determinado resultado. (Aluno 24)

O uso de ferramentas como o LINDO é cada vez mais necessário na tomada de decisões das empresas, pois permite que a ação seja testada antes de realmente executá-la, eliminam-se desperdícios, custos desnecessários, retrabalho e demora na tomada de decisões. (Aluno 53)

Nota-se, através das falas, que os alunos participantes da pesquisa acerca da modelagem matemática são favoráveis e ressaltam a importância da utilização de ferramentas tecnológicas durante as aulas. De forma similar, os alunos integrantes da pesquisa sobre empreendedorismo, corroboram essa utilização, comentando que seus professores inovam pedagogicamente, como nas afirmativas a seguir:

E77: “Usaram a tecnologia e a interação com os alunos”; E69: “Através de *slides*, dando exemplos do dia a dia, que eu considero muito importante porque consigo relacionar melhor o que está sendo passado”; E41: “Por meio de textos, palestras, filmes e atividades práticas”; E39: “Apresentações em *Datashow*, dinâmicas em grupo, trabalhos práticos, filmes, palestras, apresentação de notícias pelos alunos”; E17: “Fizeram aulas com certo diferencial, vídeos, visitas a empresas”; E110: “Leituras, trabalhos escritos, palestras”; E22: “Com material didático (livros e textos), audiovisual, trabalho em campo”; E244: “Eles não ficam apenas no polígrafo, mas sim usaram exemplos do dia a dia, daí o conhecimento flui”; E29: “Trazendo sempre coisas novas para as aulas, novidades e passando seus conhecimentos e fazendo a gente refletir e ir à busca de querer aprender mais a mais”; E238: “Trabalhos para aprofundar o assunto, cantando, peças teatrais (júri simulado) para ver como se comportar”; E174: “[...] utilizaram outros espaços da IES e suas aulas foram sempre promotoras de debates em sala de aula.”

Além de provocar transformações positivas nos alunos, o empreendedorismo e a modelagem matemática, na visão das autoras deste artigo, também transformam positivamente a sala de aula, trazendo inovação, criatividade, motivação e movimento para dentro da mesma. Nossas crenças vão ao encontro do pensamento de Moran (2007, p.45): “Os principais obstáculos para a aprendizagem inovadora são: o currículo engessado, conteudista; a formação deficiente de professores e alunos; a cultura tradicional, que leva os professores a privilegiarem o ensino, a informação e o monopólio da fala”. E

nesta linha Malheiros (2011) sugere: “Uma das principais características da Modelagem consiste em lidar com problemas abertos, o que pode proporcionar uma quebra na estrutura curricular [...]”. Na nossa concepção, professores empreendedores que se utilizam da modelagem matemática como prática pedagógica, dificilmente encontrarão obstáculos como os supracitados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A palavra empreendedor, de emprego amplo, foi utilizada neste artigo para designar principalmente as atividades de quem se dedica à transformação de conhecimentos em serviços, na geração do próprio conhecimento ou na inovação na área da educação. Está aqui contemplado o professor empreendedor e a geração de novos conhecimentos, de novas tecnologias e a agregação de valor que leva à aprendizagem.

Neste trabalho, entendemos o professor empreendedor como aquele profissional da educação que deve saber persuadir seus pares e seus alunos de que sua visão poderá levar a todos a uma situação confortável no futuro, que chamamos neste artigo de aprendizagem. Para as autoras deste estudo, o professor de Matemática que utiliza a modelagem matemática em suas aulas estará inovando na área educacional, buscando levar seus alunos ao objetivo primeiro de uma sala de aula: a aprendizagem.

Conforme pesquisa de Rehfeldt (2009) o ambiente de modelagem matemática sugerido por Barbosa (2006) favoreceu a observação de aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003) da programação linear quando os alunos abstrairam e resolveram situações-problema empresariais com o auxílio do *software* LINDO. Por meio dos modelos matemáticos e mapas conceituais, foi possível observar algumas evidências em relação às exigências profissionais do administrador, as quais vêm ao encontro do perfil de um empreendedor: capacidade de reconhecer e de definir problemas e equacionar soluções e a capacidade de pensar estrategicamente e introduzir modificações no processo produtivo.

Este estudo, na busca de apontar um caminho de possível interferência na realidade educacional que se apresenta, acredita que é preciso sensibilizar os professores para ações inovadoras e para explorar novas possibilidades nas suas atividades didáticas, na sua carreira e na sua vida. Para nós, uma das formas de inovar é experimentar um ambiente de modelagem matemática na sala de aula. Freitas e Sant’Ana (2006, p.45) após uma prática de modelagem também citam: “A modelagem matemática pode proporcionar a oportunidade de aplicar a teoria do cálculo no entendimento de questões do mundo real em sala de aula.”

Temos ciência de que, para muitos professores, a mudança é um grande desafio, que começa pela concepção da necessidade de uma nova prática que atenda aos anseios atuais, como foi colocado pelos alunos participantes das duas pesquisas. Para as autoras deste artigo, torna-se necessário que a universidade deixe de formar empregados – fruto de uma educação embasada na transmissão; e passe a formar empreendedores – fruto de

uma educação embasada na transformação (DOLABELA, 1999) e uma das possibilidades para que isto aconteça é o professor empreendedor vivenciar a modelagem matemática na sala de aula.

REFERÊNCIAS

- ARENALES, M. et al. *Pesquisa operacional*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2009.
- BARBOSA, J. C. Modelagem matemática e a perspectiva sócio crítica. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2., 2003, Santos. *Anais...* São Paulo: SBEM, 2003. 1 CD-ROM.
- _____. Mathematical modelling in classroom: a critical and discursive perspective. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, v.38, n.3, p.293-301, 2006.
- _____. A prática dos alunos no ambiente de modelagem matemática: o esboço de um framework. In: BARBOSA, J. C., CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. de L. (Org.). *Modelagem matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais*. Recife: SBEM, 2007. Cap.10, p.161-174.
- _____. As discussões paralelas no ambiente de aprendizagem modelagem matemática. *Acta Scientiae*, v.10, n.1, jan./jun., p.47-57, 2008.
- BASSANEZI, R. C. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia*. São Paulo: Contexto, 2002.
- BIEMBENGUT, M. S. *Qualidade de ensino de matemática na engenharia: uma proposta metodológica e curricular*, 1997. 302f. Tese (Doutorado) Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.
- _____. *Modelagem matemática no ensino*. São Paulo: Contexto, 2003.
- BIEMBENGUT, M. S.; SCHIMITT; A. L. F. Mapeamento das pesquisas sobre modelagem matemática no cenário mundial: análise dos trabalhos apresentados no 14º Grupo de Estudo do Comitê Internacional de Educação Matemática *STUDY GROUP*, 14 – ICMI. *Dynamis* (Blumenau), v.13, p.11-20, 2007.
- DOLABELA, F. *Oficina do Empreendedor*. São Paulo: Ed. de Cultura, 1999.
- DRUCKER, P. *Inovação e espírito empreendedor*. São Paulo: Pioneira, 2000.
- FREITAS, C. A. M.; SANT'ANA, M. F. Modelo matemático do crescimento da Araucária angustifolia. Aplicação da modelagem matemática no ensino do cálculo diferencial e integral. *Acta Scientiae*, v.8 – n.2 – jul./dez., p.39-45, 2006.
- LACHTERMACHER, G. *Pesquisa operacional na tomada de decisões*. Rio Janeiro: Campus, 2002.
- MALHEIROS, A. P. S. Algumas interseções entre projetos e modelagem no contexto da Educação Matemática. *Acta Scientiae*, v.13, n.1, jan./jun, p.71-86, 2011.
- MARTINS, S. N. *Educação empreendedora transformando o ensino superior: diversos olhares de estudantes sobre professores empreendedores*, 2010. 171f. Tese (Doutorado).

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Educação. Porto Alegre, 2010.

MARTINELLI, J. Perfil Empreendedor dentro da empresa – intra-empreendedorismo. *Gazeta do Povo*, 22/06/03.

MASETTO, M. T. *Competência pedagógica do professor universitário*. São Paulo: Summus, 2003.

McLONE, R. R. *Mathematical modelling: The art of applying mathematics in Mathematical Modelling*. London: Butterwords, 1976.

MONTEIRO, A. *O ensino da matemática para adultos através do método da modelagem matemática*. 1992. 310p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciência Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1992.

MORAN, J. M. *A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá*. Campinas, São Paulo: Papirus, 2007.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.

PANIZZI, W. *Universidade para quê?* Porto Alegre: Libretos, 2006.

REHFELDT, M. J. H. *A aplicação de modelos matemáticos em situações-problema empresariais com o uso do software LINDO*, 2009. 299f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SCHUMPETER, J. A. *Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e ciclo econômico*. São Paulo: Nova Cultural, 1997.

Recebido em: maio 2012

Aceito em: jul. 2012