
MODELAGEM MATEMÁTICA E AS NECESSIDADES PROFISSIONAIS DOS ALUNOS DO CURSO DE ADMINISTRAÇÃO

MÁRCIA JUSSARA HEPP REHFELDT
UNIVATES

MILTON ANTONIO ZARO
MARIA ISABEL TIMM
UFRGS

RESUMO

Este artigo tem por objetivo relatar uma prática de modelagem matemática realizada na disciplina de Pesquisa Operacional da UNIVATES com alunos do curso de Administração. A pesquisa é parte integrante da tese de doutoramento defendida no programa de Informática na Educação da UFRGS em 2009. Durante um semestre de 2008, os alunos descreveram situações-problema empresariais relacionadas à programação linear e modelaram a respectiva situação. Cada aluno desenvolveu, no mínimo, dois modelos matemáticos e dois mapas conceituais, sendo os primeiros no início da pesquisa, e os outros ao final. Por meio de mapas e modelos matemáticos, foi possível observar algumas evidências em relação às exigências profissionais do administrador, como a capacidade de reconhecer e definir problemas, equacionar soluções, bem como a capacidade de pensar estrategicamente e introduzir modificações no processo produtivo. As mudanças observadas nos mapas, especificamente o aumento do número de conceitos, não estão refletidas nas evoluções dos modelos matemáticos. A correlação entre o aumento do número de restrições e variáveis e o aumento no número de conceitos não é significativa.

Palavras-chave: modelos matemáticos, mapas conceituais, situações-problema, exigências profissionais.

ABSTRACT

This article aims at relating a mathematic modeling practice performed in the subject of Operational Research at UNIVATES with students of the Business Administration course. The research is part of a doctoral dissertation defended within the Informatics in Education Program at UFRGS in 2009. During a semester in 2008, the students described enterprise problem situations related to a linear programming and modeled the respective situation. Each student developed at least two mathematic models and two conceptual maps, the first ones at the beginning of the research, and the others at the end. Through the maps and mathematic models it was possible to observe some evidences with respect to the business administrator's professional requirements, such as the capacity of recognizing and defining problems and developing solutions, as well as the capacity of thinking strategically and introducing modifications into the productive process. The changes observed in the maps, specifically the increase of the number of concepts were not reflected in the mathematic model evolutions. The correlation between the increase of the number of restrictions and variations, and the increase of the number of concepts was not significant.

Keywords: Mathematics models, conceptual maps, problem situations, professional requirements.

CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA E TEORIZAÇÃO

O Centro Universitário UNIVATES, situado na cidade de Lajeado - RS oferece o curso de Administração com cinco linhas de formação específica, a saber: Administração de empresas, Análise de Sistemas, Comércio Exterior, Negócios Agroindustriais, Gestão em Turismo. Na matriz curricular do referido curso, constam, entre outras disciplinas, Matemática, Fundamentos de Estatística, Cálculo de Finanças e Pesquisa Operacional, as quais se fundamentam em conhecimentos da área da matemática. Especificamente, Pesquisa Operacional é ofertada no sexto semestre, quando, supostamente, os alunos já cursaram em torno de 70% dos créditos, tendo como único pré-requisito a disciplina de Matemática, na qual são estudadas funções em geral, matrizes, determinantes, sistemas lineares e introdução à programação linear.

Os discentes do curso de Administração são, na grande maioria, trabalhadores de empresas da região do Vale do Taquariⁱ, que atuam nos

ramos calçadista, moveleiro, alimentício, agrícola, serviços (bancos, prefeituras, transportes, entre outros). O vale abrange 36 municípios. Estes discentes têm idade média de 25 anos, segundo os dados coletados pela pesquisa e eles cursam 2,62 disciplinas por semestre, de acordo com os dados de registro da universidade UNIVATES, o que implica sete a oito anos de estudos para a conclusão da graduação. Eles frequentam o curso superior no período noturno.

Observações empíricas de uma das autoras, referentes ao ensino da matemática ao longo dos últimos anos na Instituição, mostraram que esses alunos usualmente não percebem a aplicabilidade da disciplina, seja pessoalmente ou profissionalmente. Tampouco compreendem o sentido da disciplina em seu currículo acadêmico. No entanto, experiências profissionais mostram que eles estão imersos em problemas e que necessitam da matemática para resolvê-los. Entende-se que situações-problema empresariais, vivenciadas cotidianamente nos locais de trabalho, caracterizam-se como oportunidades para aprender e aplicar a matemática. Supõe-se que modelos matemáticos possam ser empregados como ferramentas de apoio à decisão e contribuir cientificamente na gestão organizacional das empresas, tornando-as mais competitivas.

Os estudos de Rehfeldt, Zaro e Timm (2007) e Pivatto (2007) realizados na região do Vale do Taquari apontam que a matemática vem sendo utilizada para auxiliar na tomada de decisões em empresas e que ela pode contribuir na solução de problemas. Pivatto (2007) realizou um estudo acerca da minimização do custo da ração na granja de suínos de propriedade familiar com o auxílio do *software* LINDO (*Linear, Interactive and Discrete Optimizer*). Utilizou os resultados para modificar a fórmula da ração, reduzindo assim os custos nas fases de desenvolvimento dos animais, o que possibilitou ao produtor maior lucratividade nos negócios. Da mesma forma, os trabalhos de conclusão de curso de Administração de Schneider (2008), Neuberger (2008), Jaeger (2008) e Schwarzer (2008) apontam soluções e estratégias para as situações-problema encontradas nas respectivas empresas em que realizaram seu estágio curricular, todas apoiadas no uso do *software* LINDO.

O estudo de situações-problema é defendido por diversos autores, entre eles a educadora Biembengut (2003), que sugere a modelagem matemática como uma alternativa para despertar o interesse dos alunos por determinados tópicos da matemática. A modelagem dá uma oportunidade ao aluno de estudar pela pesquisa, desenvolvendo assim um aguçado senso crítico. Na área administrativa, a modelagem matemática pode auxiliar

alunos-trabalhadores a tomarem decisões baseadas em argumentos quantitativos toda vez que uma nova situação-problema assim o exigir. Segundo Kanitz (2007), o conhecimento humano é multiplicado por dois a cada nove meses, o que pode causar obsolescência se o que for aprendido não puder ser aplicado a novas situações. Para Kanitz, (2007, p. 18):

Hoje, o conhecimento humano é de curta duraçãoⁱⁱ, poderíamos até dizer descartável, usado duas ou três vezes e jogado fora, quando não faz mais sentido guardá-lo. Isso os obrigará a repensar e a gerar novo conhecimento, porque provavelmente o futuro precisará de soluções nunca vistas. [...] O importante é vocês aprenderem a criar conhecimento, e não somente a usar o conhecimento do passado. Eu utilizo o termo administrativo "conhecimento *just in time*". Vocês [referindo-se aos alunos aprovados no vestibular] terão muitos problemas a resolver, e terão de saber como analisá-los, gerando uma solução ou "conhecimento" apropriado, que não necessariamente servirá para o resto da vida. Daqui a alguns anos, a situação será outra, requerendo nova análise e solução. [...] O que eu peço a vocês, calouros de 2007, é que se concentrem em como gerar conhecimento. Como observar, como identificar variáveis relevantes, os personagens vitais do problema e os interesses. Como analisar alternativas e tomar decisões.

O aluno precisa não apenas adquirir a habilidade de modelar matematicamente uma situação-problema, mas adaptá-la toda vez que a nova situação exigir. Assim, ele vai modificando seus modelos, bem como as soluções que destes advêm. Essa modificação pode ocorrer toda vez que o aluno - profissional da Administração - se defrontar com novas informações pertinentes à situação-problema, ou então quando ele as abstrair como parte do problema. Para Ausubel (1968, 2003), uma das bases teóricas da tese e deste estudo, crianças mais velhas e os adultos, como no caso dos graduandos de administração, adquirem novos conhecimentos pela assimilação de conceitos, pois:

se podem descobrir os atributos de critérios dos novos conceitos através da utilização, em novas combinações, de referentes existentes (palavras, bem como imagens), disponíveis na estrutura cognitiva da criança. Embora se devam utilizar auxiliares empíricos concretos para se facilitar a assimilação de conceitos nas crianças do ensino primário, também é possível, com crianças mais velhas, utilizar outros conceitos relevantes existentes nas estruturas cognitivas das mesmas, para se

acelerar o processo de definição dos atributos de critérios dos novos conceitos (AUSUBEL, 2003, p. 92).

De acordo com Moreira e Masini (1982), mudanças gerais na aquisição de conceitos têm relação com a dimensão concreto-abstrata do desenvolvimento cognitivo e podem ser agrupadas em três estágios: (1) pré-operacional – quando a criança limita-se à aquisição de conceitos primários; (2) operacional-concreto – quando a aquisição de conceitos ocorre em um nível mais alto de abstração e origina significados de conceitos mais abstratos; (3) operações lógico-abstratas – quando os conceitos secundários complexos e da mais alta ordem podem ser relacionados diretamente, sem auxílio empírico-concreto à estrutura cognitiva, e os produtos emergentes da conceituação são refinados por verbalização, para levar a ideias genéricas genuinamente abstratas, precisas e explícitas.

Ainda para Ausubel (2003), quando os conceitos possuem nomes, como no caso dos objetos ou acontecimentos particulares, entende-se que podem ser situações-problema reais, é mais rápido manipular, compreender e transferir aqueles que possuem nome daqueles que não o possuem, no caso de situações imaginárias. Os nomes dos conceitos são adquiridos pela aprendizagem representacional significativa depois de terem adquirido os significados dos próprios conceitos. No entanto, esse processo de aquisição de conceitos depende

da existência de uma situação de aprendizagem significativa e da relação dos atributos específicos potencialmente significativos do conceito com as ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, de uma forma não-arbitrária e substantiva (AUSUBEL, 2003, p. 2).

Dito de outra forma, quando um aluno de administração tem presente em sua estrutura cognitiva uma situação-problema empresarial com dados reais, vivenciados em seu cotidiano é mais fácil manipulá-la do que se as situações contêm apenas dados fictícios ou imaginários. Além disso, estas situações-problema facilitam ao aluno estabelecer relações entre o que ele já sabe e o que deveria saber – princípio da aprendizagem significativa.

Estabelecer combinações entre novas e velhas informações é uma das habilidades que o administrador precisa desenvolver para exercer sua função no cotidiano profissional. Portanto, adaptar um novo problema a um já conhecido, desenvolver a capacidade de transferir conhecimento de uma situação para outra, em diferentes modelos organizacionais, são algumas das

competências exigidas dos profissionais da área de Administração. Entende-se que a resolução de situações-problema pode contribuir na formação dessas habilidades e competências e auxiliar na análise de futuras situações empresariais que o administrador possa encontrar em seu ambiente de trabalho.

Em situações da aprendizagem, objetivando avaliar o que os alunos entendem por um determinado conceito, pode-se utilizar mapas conceituais. Segundo Faria (1995), um mapa conceitual é um esquema gráfico para representar a estrutura básica de partes do conhecimento sistematizado, representado pela rede de conceitos e proposições relevantes deste conhecimento. Da mesma forma, Moreira e Masini (1982) definem mapas como diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual de uma disciplina ou parte de uma disciplina. Complementarmente, Novak e Gowin (1996) mencionam que mapas conceituais são organizadores gráficos que representam relações significativas entre conceitos na forma de proposições.

Dutra et al (2006a, p. 1), com base em Novak e Gowin (1984), afirmam que

o mapa conceitual é uma representação gráfica em duas dimensões de um conjunto de conceitos construídos de tal forma que as relações entre eles sejam evidentes. Os conceitos centrais aparecem dentro de caixas, nos nós do grafo, enquanto as relações entre os conceitos são especificadas através de frases de ligação nos arcos que unem os conceitos.

Quando dois ou mais conceitos são conectados por frases de ligação criando uma unidade semântica, forma-se uma proposição.

Como já dito anteriormente, as situações-problema podem ser percebidas como oportunidades para aprender e aplicar matemática. A necessidade de estudar modelos matemáticos é corroborada pela legislação que regulamenta o curso de Administração. A resolução 4, de 13 de julho de 2005 do Conselho Nacional de Educação (CNE) e Câmara de Educação Superior, publicada no Diário Oficial da União, institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Administração, nas quais é especificado, entre outros, o perfil desejado do formando, as competências, habilidades e os conteúdos necessários para graduar um aluno em administração.

Com base nesse documento, o Centro Universitário UNIVATES elaborou o projeto pedagógico do curso de Administração. Quanto ao perfil do formando, consta:

O curso de Administração da UNIVATES [...] propõe-se a formar um profissional:

- com forte embasamento teórico sobre os temas da administração, com condições de transferir os conhecimentos teóricos para a prática;
- capaz de tomar decisões, sendo um condutor de pessoas, por meio do exercício da liderança, utilizando para isso a habilidade de negociação e diálogo;
- capaz de ver, compreender e analisar criticamente a complexidade organizacional a partir do entendimento da inter-relação entre o todo e as partes;
- capaz de executar com competência as funções da Administração;
- capaz de trabalhar de forma interdisciplinar, ou seja, de relacionar a sua área com as demais;
- dotado de espírito empreendedor, ético e cômico da importância da sua profissão para o desenvolvimento da região em que atua (CENTRO, 2007, p. 23).

Nas competências e habilidades, é expresso:

- reconhecer e definir problemas, equacionar soluções, pensar estrategicamente, introduzir modificações no processo produtivo, atuar preventivamente, transferir e generalizar conhecimentos e exercer, em diferentes graus de complexidade, o processo de tomada de decisão;
- desenvolver expressão e comunicação compatíveis com o exercício profissional, inclusive nos processos de negociação e nas comunicações interpessoais ou intergrupais;
- refletir e atuar criticamente sobre a esfera da produção, compreendendo sua posição e função na estrutura produtiva sob seu controle e gerenciamento;
- desenvolver raciocínio lógico, crítico e analítico para operar com valores e formulações matemáticas presentes nas relações formais e causais entre fenômenos produtivos, administrativos e de controle, expressando-se de modo crítico e criativo diante dos contextos organizacionais e sociais;
- ter iniciativa, criatividade, determinação, vontade política e administrativa, vontade de aprender, abertura a mudanças e

consciência da qualidade e das implicações éticas do seu exercício profissional;

- desenvolver capacidade de transferir conhecimentos da vida e da experiência cotidiana para o ambiente de trabalho e do seu campo de atuação profissional, em diferentes modelos organizacionais, revelando-se profissional adaptável;

- desenvolver capacidade de elaborar, implantar e consolidar projetos em organizações;

- desenvolver capacidade para atuar nas áreas de Administração Financeira Orçamentária, Administração Estratégica; Administração de Materiais, Produção e Logística, Administração de Vendas e de Marketing, Administração de Recursos Humanos e Administração de Sistemas de Informações;

- desenvolver capacidade para realizar consultoria em gestão e administração, pareceres e perícias administrativas, gerenciais, organizacionais, estratégicas e operacionais;

- desenvolver consciência e percepção de que, além de seus compromissos morais e éticos com indivíduos, clientes, organizações e sociedade, cabe-lhe o compromisso de interesse social como agente de transformação (CENTRO, 2007, p. 24-25).

Nos conteúdos curriculares, lê-se:

A matriz curricular do curso de Administração compõe-se de quatro aspectos fundamentais, quais sejam: a) o grupo de disciplinas que visam contemplar os conteúdos que atendam as exigências nos campos da formação básica, formação profissional, estudos quantitativos e conteúdos de formação complementar; b) os estágios curriculares obrigatórios; c) as atividades complementares; e d) o trabalho de curso. [...]

I – Conteúdos de Formação Básica: conteúdos relacionados a estudos antropológicos, sociológicos, filosóficos, sociológicos, ético-profissionais, políticos, comportamentais, econômicos, contábeis e ciências jurídicas.

II – Conteúdos de Formação Profissional estão relacionados com as áreas específicas envolvendo teorias da administração e das organizações, administração de recursos humanos, mercado, marketing, produção, logística, finanças, orçamento, sistemas de informações, planejamento estratégico e serviços.

III – Conteúdos de estudos quantitativos e suas tecnologias - abrangem pesquisa operacional, teoria dos jogos, modelos matemáticos e estatísticos e aplicação de tecnologias.

IV – Conteúdos de Formação Complementar são conteúdos opcionais de caráter transversal e interdisciplinar para o enriquecimento do perfil do formando (CENTRO, 2007, p. 35-37).

Segundo estas diretrizes, modelos matemáticos devem estar contemplados na organização curricular do projeto pedagógico do curso de Administração.

Nesse cenário, realizou-se a pesquisa apresentada parcialmente aqui. Pretende-se mostrar algumas comparações entre modelos matemáticos iniciais e finais elaborados pelos alunos, bem como alguns mapas conceituais finais e iniciais. Também serão tecidos comentários acerca das possíveis correlações entre o aumento de conceitos nos mapas conceituais e o aumento do número de variáveis e restrições nos modelos matemáticos quando alunos do curso de Administração constroem modelos matemáticos ao longo de um semestre. Portanto, os objetivos desta pesquisa foram:

- a. Acompanhar a construção do conhecimento pelos alunos verificando o estabelecimento de relações entre o processo de modelagem matemática e a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel;
- b. Comparar modelos matemáticos iniciais e finais dos alunos ao longo de um semestre;
- c. Acompanhar a produção de mapas conceituais iniciais e finais, observando mudanças no conceito de modelo matemático, bem como a conscientização dos alunos acerca do uso de modelos matemáticos para sua formação profissional;
- d. Comparar os modelos matemáticos com os mapas conceituais para avaliar possíveis correlações entre o aumento do número variáveis e restrições e o aumento no número de conceitos.

As hipóteses levantadas foram:

- a. O modelo matemático final apresenta maior número de variáveis e restrições, se comparado ao inicial;
 - b. O mapa conceitual final de modelo matemático tem mais conceitos e frases de ligação se comparado ao inicial. Por meio deste, é possível observar evidências da conscientização do aluno acerca do uso de modelos matemáticos para sua formação profissional;
 - c. Há correlação entre o aumento do número de variáveis e restrições e o acréscimo de conceitos nos mapas conceituais.
-

CONSTRUÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS E MAPAS CONCEITUAIS

Durante o semestre, na disciplina Pesquisa Operacional, uma das atividades realizadas foi a descrição de situações-problema empresariais com sua respectiva modelagem e solução. Outra foi a elaboração de um mapa conceitual acerca do conceito “modelo matemático”. Ao longo do semestre, estes resultados foram reavaliados pelos alunos. Ao final, os alunos postaram seu modelo matemático e seu mapa conceitual no ambiente virtual TelEducⁱⁱⁱ, utilizado pela UNIVATES como apoio ao ensino presencial.

Assim, cada aluno desenvolveu, no mínimo, dois modelos matemáticos e dois mapas conceituais, sendo os primeiros no início da pesquisa e os outros ao final. Esses modelos matemáticos foram chamados de modelo matemático inicial e modelo matemático final e mapa conceitual inicial e mapa conceitual final.

No início do segundo semestre de 2008, 101 alunos estavam matriculados na disciplina de Pesquisa Operacional– 52 desses alunos estudando as terças-feiras à noite, e 49 as quintas-feiras. Deste total, 10 cancelaram sua matrícula e 3 desistiram antes do final do semestre. Ainda frequentaram a disciplina 16 alunos de outros cursos, como Engenharia da Produção, Sistemas de Informações e curso superior de Gestão Logística, e os demais 14 são outros alunos, que não completaram todas as atividades propostas para esta pesquisa. Desta forma, a amostra para este estudo constituiu-se de 58 indivíduos, sendo 45% alunos de Administração de empresas, 8% que optaram por Análise de Sistemas, 28% por Comércio Exterior e 19% por Negócios Agroindustriais, sendo 43% do grupo do sexo feminino e 57% do sexo masculino. As idades variaram de 18 a 48 anos, com média de 25 anos. Todos os participantes da pesquisa eram alunos-trabalhadores e atuavam nos ramos bancário, financeiro, administrativo, logística, vendas, compras no setor primário - mais especificamente em agronegócios. O tempo de serviço nas empresas em que atuavam profissionalmente variava de menos de um ano a até mais de 30 anos, caracterizando-se como um grupo de discentes no qual alguns possuíam muita experiência e outros eram recém-ingressos no mercado de trabalho. Quanto ao percentual de disciplinas concluídas, a maioria dos alunos já havia completado mais de 70% do curso.

A seguir, descreve-se a metodologia de construção de cada instrumento usado na pesquisa.

OS MAPAS CONCEITUAIS E DOS MODELOS MATEMÁTICOS DOS PESQUISADOS

Os mapas conceituais iniciais acerca do conceito “modelo matemático” dos 58 alunos da amostra do curso de Administração foram elaborados no início do mês de setembro de 2008. Os discentes não possuíam experiência na representação de mapas, tampouco conheciam sua finalidade. Portanto, foi elaborado com os mesmos um mapa conceitual colocando-se como conceito central “bola”, por ser um tema sobre o qual todos os alunos tinham conceitos formados. A partir deste exemplo, os alunos foram desafiados a elaborar um mapa conceitual versando sobre modelo matemático. A orientação dada aos alunos para a construção do mapa, de acordo com Dutra *et al* (2006), foi embasada em duas regras simples. A primeira regra versava sobre a necessidade de haver um verbo na ligação entre as duas palavras-chave (conceitos); e a segunda regra era que o conjunto conceito (um)-verbo-conceito (dois), formaria uma sentença completa com sentido. Esse mapa foi devolvido aos alunos no final do semestre, e solicitou-se que os mesmos fizessem uma avaliação de seu mapa, modificando, excluindo e/ou incluindo novos conceitos e relações.

Os modelos matemáticos iniciais dos alunos do curso de Administração na disciplina de Pesquisa Operacional foram construídos no mês de setembro, coincidindo seu início com a elaboração do primeiro mapa conceitual. As concepções partiram de alguns problemas resolvidos em sala de aula e integraram o conjunto de organizadores avançados, bem como das situações-problema das empresas nas quais os alunos atuavam profissionalmente. Um organizador avançado é um mecanismo pedagógico que ajuda a implantar estes princípios, estabelecendo uma ligação 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, p. 11).

Esse modelo matemático inicial também foi modificado à medida que o semestre avançava e, ao final do mesmo, os alunos postaram o modelo matemático final na ferramenta *portfólio* do ambiente virtual TelEduc, que é o local do ambiente virtual TelEduc onde o aluno pode inserir (publicar) seus arquivos, páginas HTML e o resultado das atividades propostas. Aos alunos foram permitidas alterações das situações-problema, mas a maioria deles permaneceu com a mesma, ampliando-a e observando-a mais detalhadamente.

RESULTADOS: MODELOS MATEMÁTICOS E MAPAS CONCEITUAIS

Os dois conjuntos (pares de mapas e pares de modelos matemáticos) foram analisados e os resultados são apresentados nesta seção. Nos mapas foram observados o número inicial de conceitos, o número de conceitos no mapa final e a porcentagem de aumento nos conceitos. Nos modelos matemáticos, as observações partiram do número de variáveis do modelo inicial, do número de variáveis do modelo final, da porcentagem de aumento nas variáveis, do número de restrições do modelo inicial, do número de restrições do modelo final e da porcentagem de aumento nas restrições.

Tabela 1: Variações por categoria de situação-problema no total de alunos

	Categoria que permaneceu com a mesma situação-problema		Categoria que alterou sua situação-problema	
	Variáveis	Restrições	Variáveis	Restrições
Aumentou	47%	61%	71%	79%
Igual	50%	34%	29%	21%
Diminuiu	3%	5%	0%	0%

Com relação à análise dos modelos matemáticos finais, a maioria destes tinha um número maior de variáveis e restrições se comparada aos iniciais. Entre os alunos que mudaram de situação-problema, esses índices foram mais representativos. O percentual de crescimento foi maior no número de restrições se comparado com as variáveis, conforme aponta na Tabela 1.

Também foi possível observar que os parâmetros dos modelos matemáticos se tornaram mais precisos para os alunos que aumentaram o número de restrições e variáveis. Isso ocorre porque o modelo matemático traduz sua respectiva situação-problema, como pode ser visto no Quadro 1, comparando-se o mapa inicial com o final de um dos alunos. Este aluno atua profissionalmente como auxiliar administrativo em uma escola privada do Vale do Taquari.

Com relação aos mapas conceituais iniciais, estes já apontavam diferentes concepções, como pode ser visto a seguir nos mapas iniciais de dois alunos.

Quadro 1: Situação-problema inicial e final do aluno 56

Situação-problema inicial

Um colégio particular tem 3 turmas de Ensino Médio (1º, 2º e 3º ano) cujo total de alunos é 51. Na mesma instituição há 3 turmas de Ensino Fundamental (1º, 2º e 3º ano), com um total de 59 alunos. A capacidade de alunos para essas três turmas seria de no máximo 90 em cada nível. O custo para manter as turmas de Ensino Médio é de R\$12.928,00, e as de Ensino Fundamental é de R\$9.944,00, e as receitas são atualmente de R\$13.271,00 e R\$11.275,00 respectivamente. Qual seria a melhor combinação para otimizar o resultado, sem aumentar o custo?

Situação-problema final

O Colégio [...] tem três turmas de Ensino Médio: 1º ano (17 alunos), 2º ano (17 alunos) e 3º ano (16 alunos) cuja soma total é 50 alunos. A escola trabalha também com três turmas de Ensino Fundamental: 1º ano (21 alunos), 2º ano (19 alunos) e 3º ano (20 alunos), tendo um total de 60 alunos. A capacidade de alunos para essas três turmas seria de no máximo 30 alunos/turma. O valor da mensalidade para o Ensino Médio é de R\$320,00, e para o Ensino Fundamental é de R\$250,00. O custo para manter as turmas de Ensino Médio é de R\$15.000,00 e as de Ensino Fundamental é de R\$10.500,00. Qual seria a melhor combinação, de modo a otimizar o resultado, pelo qual a instituição pretende ter, em cada turma, o número mínimo de 20 e o máximo 30 alunos, e, dentro dessas restrições, gerar uma receita de no mínimo R\$34.000,00 a um custo de R\$30.000,00?

Quanto aos mapas finais, a maioria destes tinha mais conceitos e frases de ligação se comparados aos iniciais. Os novos conceitos incluídos estavam relacionados à gestão, à tomada de decisão e à área administrativa, em geral. Os mapas conceituais evoluíram diferentemente, de aluno para aluno, como pode ser visto nos mapas conceituais finais dos mesmos alunos anteriormente citados.

Face aos resultados observados com relação aos mapas (iniciais e finais), pode-se concluir que os alunos os representaram de diferentes formas, com subsunçores diferentes. Os subsunçores são estruturas de conhecimento específico numa determinada área, num determinado momento. As modificações foram percebidas de forma diferente, bem como evoluíram diferentemente. Os mapas evoluíram mais do que se modificaram, principalmente com a inserção de conceitos relacionados à gestão.

Para observar a terceira hipótese deste estudo, que trata da correlação entre modelos matemáticos e mapas conceituais, foram construídas tabelas contemplando o aumento do número de variáveis e aumento do número de restrições nos modelos matemáticos, e aumento do número de conceitos. O intuito de colocar lado a lado os percentuais de

aumento no número de conceitos dos mapas conceituais, bem como do número de variáveis e restrições, é estabelecer o coeficiente de correlação de Pearson (r) que indica o índice de relação entre variáveis, que pode ser positiva ou negativa. Para Crespo (1995) se $0,6 \leq |r| \leq 1$, há forte correlação entre as variáveis; se $0,3 \leq |r| < 0,6$, há uma correlação relativamente fraca e se $0 < |r| < 0,3$, nada se pode concluir sobre a relação entre as variáveis.

Assim, foram consideradas como variáveis o percentual de aumento no número de conceitos nos mapas (X), o percentual de aumento no número de variáveis dos modelos matemáticos (MMI, MMF) (Y) e o aumento no número de restrições dos modelos matemáticos (MMI,MMF) (Z). Cruzando-se as variáveis X e Y , o índice de correlação é $-0,02582$. Estatisticamente, este índice representa uma correlação muito fraca e praticamente nada é possível afirmar. Ao comparar as variáveis X e Z , o coeficiente é $-0,11834$. Da mesma forma que a correlação anterior, esta também não é significativa. Isso leva a inferir que não se pode concluir que alunos que aumentaram seus conceitos nos mapas em percentuais mais significativos também tenham aumentado na mesma proporção o número de variáveis do modelo matemático, nem o número de restrições.

Diferentemente dos índices anteriores, quando as variáveis Y e Z foram comparadas, o índice cresce para $0,487381$. Estatisticamente há uma correlação, embora seja considerada fraca. Ou seja, pode-se afirmar que alunos que aumentaram o número de variáveis também aumentaram o número de restrições.

Diante desses resultados estatísticos, não há indícios para estabelecer relação entre o aumento no número de conceitos no mapa e o acréscimo no número de variáveis do modelo matemático, tampouco entre o aumento do número de conceitos do mapa e o acréscimo no número de restrições. No entanto, há uma correlação relativamente fraca entre o aumento do número de restrições e o aumento do número de variáveis. Pode-se postular que a representação de mapas conceituais e a abstração de situações-problema, bem como sua representação através de um modelo matemático, possam ser habilidades distintas. Para corroborar esta afirmação, torna-se necessário um novo estudo, que não é foco deste artigo.

Figura 1: Mapa conceitual inicial do aluno 26

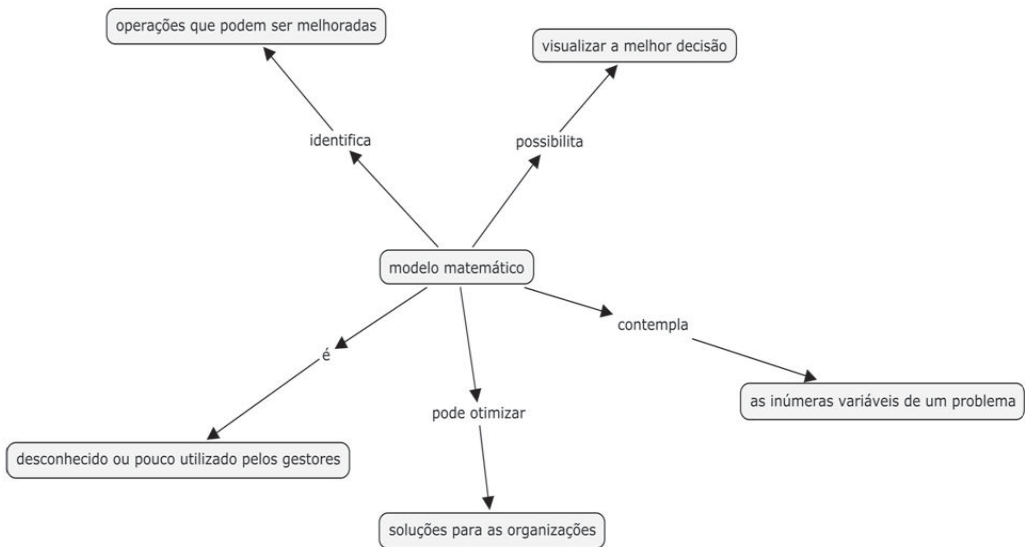
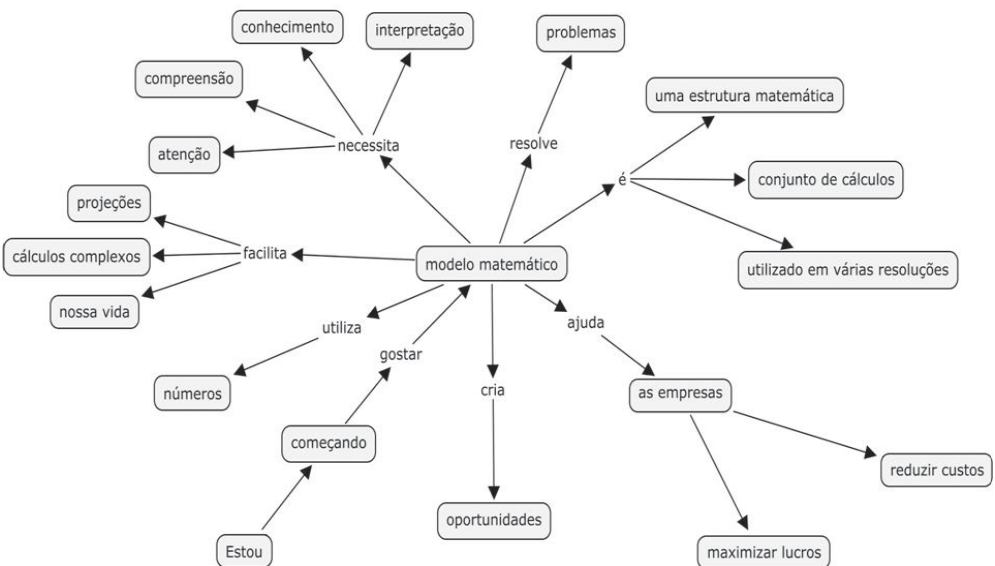


Figura 2: Mapa conceitual inicial do aluno 21



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ambiente de modelagem matemática favoreceu a observação de aprendizagem significativa da programação linear (BARBOSA, 2001). Os modelos matemáticos finais evoluíram, na maioria dos casos, apresentando mais variáveis e restrições, assim como os mapas conceituais finais. Por meio dos mapas e modelos matemáticos, também foi possível observar algumas evidências em relação às exigências profissionais do administrador, como a capacidade de reconhecer e definir problemas e equacionar soluções, e a capacidade de pensar estrategicamente e introduzir modificações no processo produtivo. No entanto, cabe ressaltar que os mapas, assim como os modelos matemáticos, ilustram o conhecimento que o aluno possui. Por isso, são diferentes, possuem níveis diferentes e refletem a idiossincrasia no processo ensino-aprendizagem (MOREIRA, 2005; BIEMBENGUT, 2003).

As mudanças observadas nos mapas, especificamente o aumento do número de conceitos, não estão refletidas nas evoluções dos modelos matemáticos. A correlação entre o aumento do número de restrições e variáveis e o aumento no número de conceitos não é significativa. Cabe apresentar uma proposta de pesquisa para corroborar ou não tais afirmações e sugere-se avaliar se os subsunçores necessários para representar conceitos em mapas e modelos matemáticos são diferentes.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

AUSUBEL, D. P. *Educational psychology: A cognitive view*. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BARBOSA, J. C. Modelagem matemática e os professores: a questão da formação. *Bolema*, n. 15, p. 5-23, 2001. Disponível em: <<http://joneicb.sites.uol.com.br/bolema.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2007.

BIEMBENGUT, M. S. *Modelagem matemática no ensino*. São Paulo: Contexto, 2003.

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES. *Projeto pedagógico: Curso de Administração*. Lajeado: UNIVATES, 2007.

CRESPO, A. A. *Estatística fácil*. São Paulo: Saraiva, 1995.

- DUTRA, Í. M. et al. Blog, wiki e mapas conceituais digitais no desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem com alunos do Ensino Fundamental. *Novas tecnologias na Educação*, v. 4, n. 2, 2006.
- FARIA, W. *Mapas conceituais: Aplicações ao ensino, currículo e avaliação*. São Paulo: EPU, 1995.
- JAEGER, C. S. *Brindes com a marca Sicredi: proposta de um modelo matemático para minimizar os custos e planejar o estique na cooperativa de crédito de Lajeado*. Monografia de graduação, curso de Administração, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2008. 120 f.
- KANITZ, S. Parabéns, calouros de 2007. *Revista Veja*. 40, n. 7, p. 18, 2007.
- MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. *Revista Chilena de Educação Científica*, v. 4. n. 2, p. 38-44, 2005.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: A teoria de aprendizagem de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.
- NEUBERGER, R. *O mix de produtos que maximiza o lucro da empresa metalúrgica OTN*. Monografia de graduação, curso de Administração, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2008. 138 f.
- NOVAK, J. D.; B. GOWIN, D. B. *Learning how to learn*. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.
- NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas; Ithaca, Nova York: Cornell University Press, 1996.
- PIVATTO, H. *Um modelo matemático aplicado à suinocultura na granja Pivatto*. Monografia de graduação, curso de Administração, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2007. 105 f.
- REHFELDT, M. J. H.; ZARO, M.; TIMM, M. I. Modelagem matemática: Uma experiência no ensino superior com alunos do curso de administração. In: Sociedade Brasileira de Educação Matemática. *Anais do IX Encontro Nacional de Educação Matemática*. Belo Horizonte, 2007. 1 CDROM.
- SCHNEIDER, C. A. *Aplicação de um modelo matemático na empresa Sônia Maria Montanheri & Cia LTDA*. Monografia de graduação, curso de Administração, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2008. 78 f.
- SCHWARZER, C. *A utilização da pesquisa operacional na Servimaq Serviços agrícolas: Um estudo de caso*. Monografia de graduação, curso de Administração, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2008. 123 f.
-

NOTAS

ⁱ Região situada no centro do estado do Rio Grande do Sul, a 150 Km de Porto Alegre, com 4821Km² de área e 316.298 habitantes.

ⁱⁱ Em alguns aspectos, a autora julga que a afirmação não é verdadeira, como no caso de conhecimentos da física e da matemática. O teorema de Pitágoras, por exemplo, é uma verdade de longa data. Por outro lado, as soluções de situações-problema dos administradores nas empresas precisam constantemente ser revisadas, uma vez que a maioria é resolvida heurísticamente. Ele é nesse sentido que o conhecimento pode ser entendido de curta duração.

ⁱⁱⁱⁱ O ambiente virtual TelEduc, utilizado pela UNIVATES, foi desenvolvido pela UNICAMP. É utilizado por diversas instituições, tanto para o desenvolvimento de cursos à distância quanto para o apoio ao ensino presencial. Ele permite organizar as ferramentas em módulos, disponibilizando: agenda; ferramentas de conteúdo; ferramentas de comunicação síncrona e assíncrona; portfólio; ferramentas de avaliação e geração de exercício; e o gerenciamento do curso. Apresenta interfaces distintas para o aluno e o professor.

DADOS DOS AUTORES

MÁRCIA JUSSARA HEPP REHFELDT

(mrehfeld@univates.br)

Doutora em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Atualmente é professora do Centro Universitário UNIVATES.

MILTON ANTONIO ZARO

(zaro@ibtec.org.br)

Doutor em Engenharia Metalúrgica pela UFRGS e pós-doutor pela UFSC. Atualmente é professor/pesquisador (aposentado) convidado da UFRGS, no PGIE - PG em Informática na Educação e Coordenador do Laboratório de Pesquisa em Biomecânica do IBTeC - Instituto Brasileiro do Couro Calçado e Artefatos, Novo Hamburgo – RS.

MARIA ISABEL TIMM

(betatimm@ufrgs.br)

Doutorado em Informática na Educação pela UFRGS. Atualmente coordena o setor de pesquisa e desenvolvimento em Tecnologia Educacional e Ensino à Distância do Centro de Supercomputação (CESUP) da UFRGS.