

As concepções acerca de modelos matemáticos de alunos do curso de administração

¹Márcia Jussara Hepp Rehfeldt *, ²Milton Antonio Zaro & ³Maria Isabel Timm

1. Centro Universitário UNIVATES. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da UFRGS. e-mail: mrehfeld@univates.br.
2. Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Universidade Luterana do Brasil.
3. Coordenadora de Tecnologia Educacional e EAD do Centro de Supercomputação da UFRGS.

Resumo: Este estudo, realizado com 58 alunos da disciplina Pesquisa Operacional do curso de Administração do Centro Universitário UNIVATES de Lajeado/RS, tem por objetivo mostrar as mudanças nas concepções dos alunos acerca do conceito modelo matemático. Apresenta sustentação teórica em Dutra et al (2006), Tavares (2007), Novak (1988, 1990), Moreira e Masini (1982), Ausubel (2003), Moreira (1987), Bassanezi (2002), Goldbarg (2000), Gazzeta (1989), Pidd (1998), Granger (1969), Biembengut (2003), Warwick (2007), Hein e Loersch (1999), Lachtermacher (2007), Prado (1999) e Caixeta Filho (2004). Os resultados da pesquisa fazem parte da tese de doutoramento a ser defendida no Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A metodologia baseou-se na comparação de mapas conceituais representados no início do semestre com os mapas conceituais finais, realizados ao término do semestre letivo. Observou-se que o mapa conceitual final do conceito modelo matemático tem mais conceitos e frases de ligação se comparado ao inicial. Os referidos mapas ainda mostraram evidências da conscientização dos alunos acerca de modelos matemáticos para sua formação profissional.

Palavras-chave: modelagem matemática, aprendizagem significativa, situações-problema, mapa conceitual, alunos do curso de Administração.

1. Introdução

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 e 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 oferecida 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, alunos-trabalhadores, atuavam nos ramos calçadista, moveleiro, alimentício, agrícola, na prestação de serviços (bancos, prefeituras, transportes e outros)

e outros da região do Vale do Taquari, que abrange 37 municípios, frequentavam o curso superior à noite. Idade média em torno de 25 anos e cursavam 2,62 disciplinas por semestre, o que implica sete a oito anos para se graduarem.

Observações empíricas dos autores referentes ao ensino da matemática na Instituição, ao longo dos últimos anos, têm mostrado que estes alunos nem sempre percebem a aplicabilidade da disciplina, seja na vida privada, seja no local de trabalho. Tampouco compreendem o sentido da disciplina no seu currículo. No entanto, experiências e vivências profissionais evidenciam que 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 podem ser empregados como ferramentas de apoio à decisão e contribuir científicamente na gestão organizacional das empresas, tornando-as mais competitivas. Neste cenário, mapas conceituais podem expressar a

compreensão dos alunos acerca de um determinado conceito, no caso desta pesquisa, modelo matemático. A metodologia desta pesquisa está descrita a seguir.

2. Material e Métodos

A pesquisa foi realizada com 58 alunos do curso de Administração do Centro Universitário UNIVATES, localizado em Lajeado, RS, sendo 45% da linha de formação específica de administração de empresas, 8% de análise de sistemas, 28% do comércio exterior e 19% de negócios agroindustriais. 43% do grupo são do sexo feminino e 57% do sexo masculino. As idades variaram de 18 a 48 anos. Todos os sujeitos participantes da pesquisa eram alunos-trabalhadores e atuavam nos ramos bancário, financeiro, administrativo em geral, logística, vendas, compras, no setor primário, mais especificamente em agronegócios, eram funcionários da indústria ou do comércio ou de outros setores. O tempo de serviço nas empresas em que atuavam profissionalmente variava de menos de 1 ano até mais de 30 anos, caracterizando-se como um grupo de discentes onde uns possuíam muita experiência e outros recém haviam ingressado no mercado de trabalho.

Estes alunos representaram um mapa conceitual no início da pesquisa e outro no final. Os mesmos foram comparados ao final do semestre. Os mapas conceituais iniciais acerca do conceito modelo matemático foram elaborados no início do mês de setembro. Os discentes não tinham experiência na representação de mapas, tampouco conheciam sua finalidade. Por esta razão, 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), estava embasada em duas regras simples. A primeira era de que deveria sempre haver um verbo na ligação entre as duas palavras-chave (conceitos) e a segunda, que o conjunto conceito(um)-verbo-conceito(dois) formasse uma sentença completa com sentido. O mapa conceitual inicial foi devolvido aos alunos ao final do semestre quando os alunos já haviam desenvolvido seus modelos matemáticos para que os mesmos fizessem uma avaliação de seu mapa, modificando conceitos, incluindo novos ou retirando parte destes.

3. Resultados e Discussão

O tipo de mapa conceitual utilizado pela maioria dos alunos, segundo Tavares (2007), foi o teia de aranha, visto que a partir do tema gerador - modelo matemático-, os demais conceitos irradiaram à medida que se afastavam do centro. Nestes mapas, não houve preocupação com as relações hierárquicas ou transversais, diferentemente do que sugerem Moreira e Masini (1982). Um exemplo deste tipo pode ser visualizado no mapa do aluno 15.

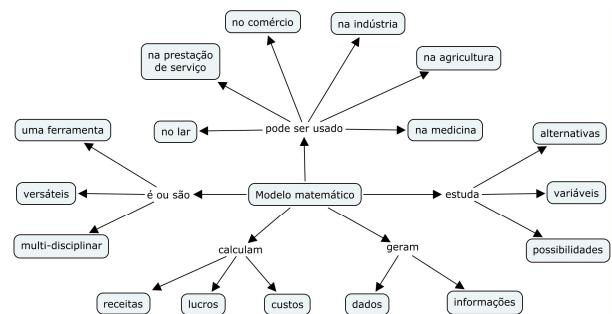


Figura 1: Mapa conceitual do aluno 15.

Outros alunos representaram mapas como um fluxograma, nos quais “as informações estão organizadas de uma maneira lógica e seqüencial” (Tavares, 2007, p. 75), conforme pode ser visto no mapa do aluno 9, a seguir:

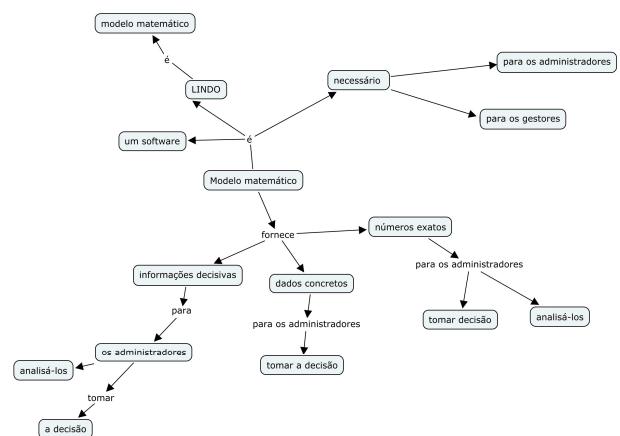


Figura 2: Mapa conceitual do aluno 9.

Analizando-se os mapas dos alunos 55 e 36, percebem-se poucos conceitos e poucas relações com o conceito central. À luz da teoria de Ausubel (2003), tal fato parece estar relacionado com a organização da estrutura cognitiva dos alunos na qual o conceito modelo matemático ainda não está claro, estável e os elementos ainda não foram diferenciados.

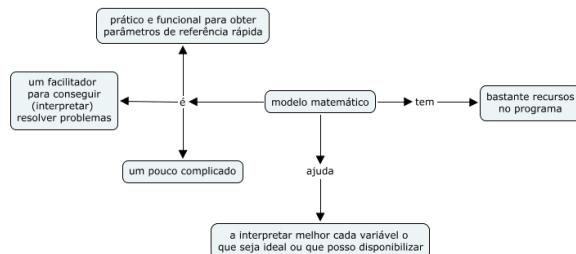


Figura 3: Mapa conceitual do aluno 36.

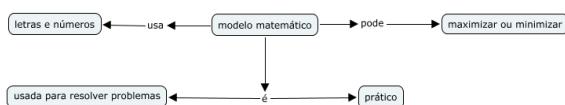


Figura 4: Mapa conceitual do aluno 55.

Em contrapartida, observando o mapa conceitual do aluno 34, pode-se visualizar uma quantidade significativa de conceitos e proposições relacionados com o conceito central modelo matemático. Também apresenta, de acordo com Moreira (1987), hierarquias conceituais, mostrando conceitos específicos, pouco inclusivos e exemplos, principalmente quando se refere aos tipos de softwares utilizados para resolver modelos matemáticos. A mesma hierarquia pode ser observada quando o aluno 34 afirma que um modelo matemático tem função objetivo e esta, por sua vez, visa ao lucro máximo ou ao custo mínimo.

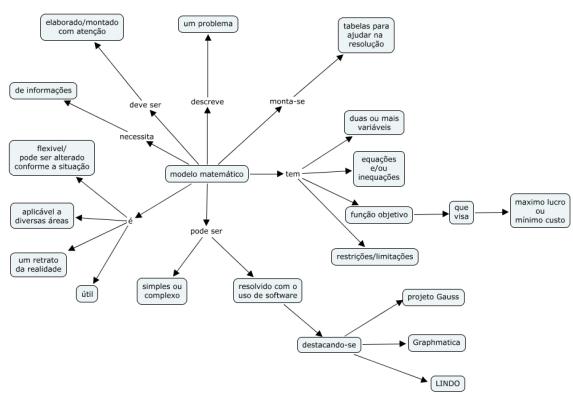


Figura 5: Mapa conceitual do aluno 34.

Com relação às concepções teóricas acerca do conceito modelo matemático, alguns alunos afirmaram: “Modelo matemático é uma representação simplificada da realidade” (aluno 6;

aluno 7). “Modelo matemático é visão de parte do todo” (aluno 14); “modelo matemático interpreta a realidade” (aluno 25); “modelo matemático é abstração de ideia; é fragmento de sistema” (aluno 27). Cabe salientar que estas concepções estão em consonância com os conceitos de Bassanezi (2002), Goldbarg (2000), Gazzeta (1989), Pidd (1998).

Em outros mapas conceituais, há concepções que corroboram a compreensão acerca do conceito modelo matemático de Granger (1969), Biembengut (2003), Warwick (2007) e Bassanezi (2002) e têm relação com a arte, imaginação: “Modelo matemático permite usar a criatividade” (aluno 53); “modelo matemático instiga imaginação, senso crítico e análise de dados” (aluno 57).

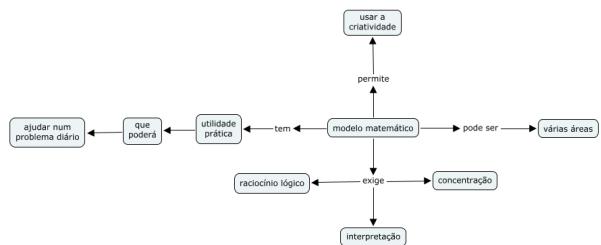


Figura 6: Mapa conceitual do aluno 53.

Quanto à representação de um modelo matemático, observam-se falas que corroboram as afirmações de autores como Bassanezi (2002), Farias (1999), Biembengut (1997): “modelo matemático tem incógnitas, números [...]” (aluno 30); “modelo matemático deve ter duas ou mais variáveis” (aluno 32); “modelo matemático é uma relação de fórmulas e números” (aluno 33); “modelos matemáticos têm números, sinais, letras” (aluno 40); “modelo matemático é um arranjo de números e letras” (aluno 41); “modelo matemático tem retas, gráficos, números e letras, equações e funções” (aluno 17).

Em seus mapas conceituais, os alunos também enfatizaram a necessidade de recursos tecnológicos para a resolução de modelos matemáticos, assim como apontam os autores Hein e Loersch (1999), Lachtermacher (2007), Prado (1999) e Caixeta Filho (2004): “Modelo matemático é software graphmatica, LINDO, projeto Gauss” (Gabriela); “modelo matemático pode ser calculado através de programas projeto Gauss, LINDO, graphmatica” (aluno 23).

Quanto à organização e estruturação de um modelo matemático, os alunos comentaram: “modelo matemático pode ser usado em forma de tabelas, gráficos” (aluno 2); “modelo matemático

pode ser visualizado através de gráficos, tabelas" (aluno 23); "modelo matemático monta-se com tabelas para ajudar na resolução" (aluno 34). A partir destas afirmações, pode-se inferir, segundo a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003), que alguns alunos parecem estabelecer relações explícitas entre tabelas, gráficos e modelo matemático, evidenciando uma interação substantiva entre o novo conhecimento (modelo matemático) e algum subsunçor já existente na estrutura cognitiva (tabela, gráfico).

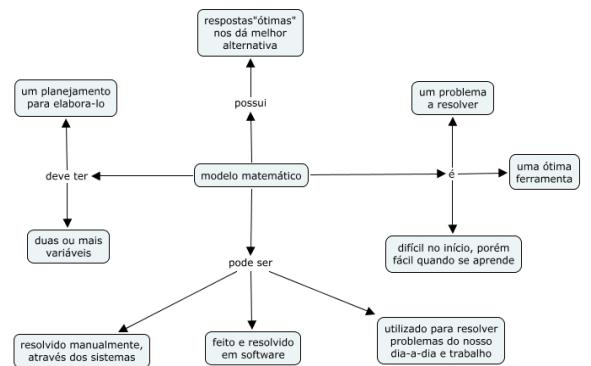


Figura 7: Mapa conceitual do aluno 32.

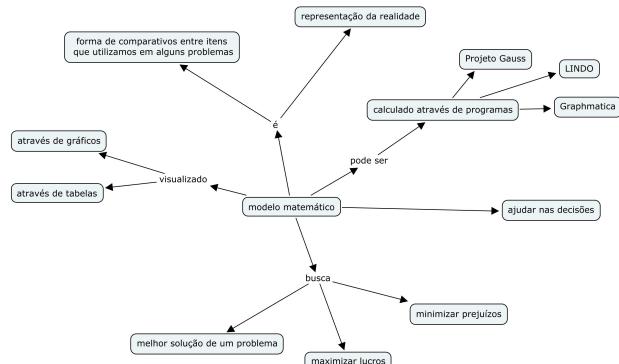


Figura 8: Mapa conceitual do aluno 23.

Com relação aos dados coletados para elaborar o modelo matemático e compreensão/interpretação dos resultados, os alunos evidenciaram em seus mapas conceituais algumas precauções: “modelo matemático precisa ter dados confiáveis, mensurados” (aluno 19); “modelo matemático deve ser usado com muita cautela, com muito cuidado [...]” (aluno 39); “[...] É preciso concentração e cuidado na elaboração do modelo matemático” (aluno 42). O aluno 28 também ressaltou a importância da validação: “modelo matemático precisa validar o problema”, no mesmo sentido que Bassanezi (2002) evidencia a importância da validação.

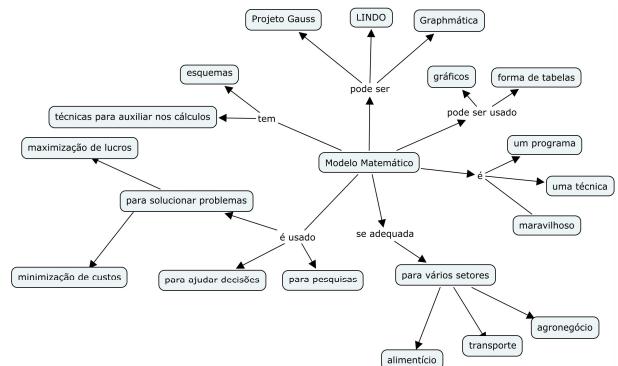


Figura 9: Mapa conceitual do aluno 2.

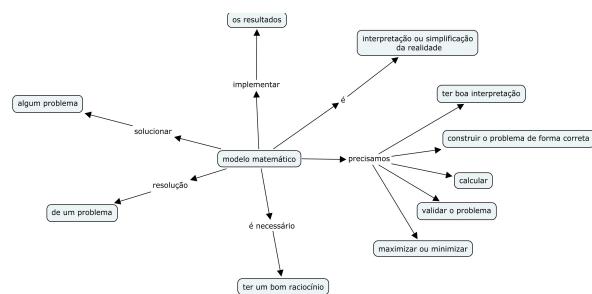


Figura 10: Mapa conceitual do aluno 28.

Nos mapas conceituais dos alunos, ainda podem ser observados indícios da suposta aplicabilidade dos modelos matemáticos, conforme apontam Goldbarg (2000) e Lachtermacher (2007): “modelo matemático auxilia na tomada de decisões, na otimização de processos; é um facilitador, um maximizador de tempo” (aluno 12); “modelo matemático pode ser usado na medicina, na agricultura, na indústria, no comércio, na prestação de serviços, no lar; é multidisciplinar” (aluno 15); “modelo matemático auxilia na tomada de decisões, na otimização; otimiza lucros, rentabilidade, investimentos [...]” (aluno 50). Ainda é perceptível na compreensão dos alunos de que há caráter multidisciplinar: “modelo matemático abrange diversas áreas da ciência” (aluno 22); “modelo matemático é usado em física, biologia, astronomia, na química, na engenharia, [...]” (aluno 29).

Na concepção dos alunos, conforme aluno 5 e aluno 26, os modelos matemáticos deveriam ser mais utilizados pelas empresas, sendo ainda desconhecidos pelos gestores, como pode ser visto nas figuras 12 e 13.

Analisando-se o conjunto de 58 mapas, é necessário corroborar com Moreira (2005) e Tavares (2007) no sentido de que a aprendizagem implica atribuição de significados idiossincráticos

e os mapas traçados pelos alunos refletiram tal realidade.

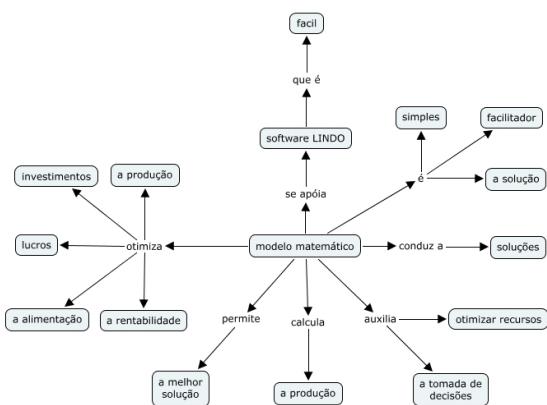


Figura 11: Mapa conceitual do aluno 50.

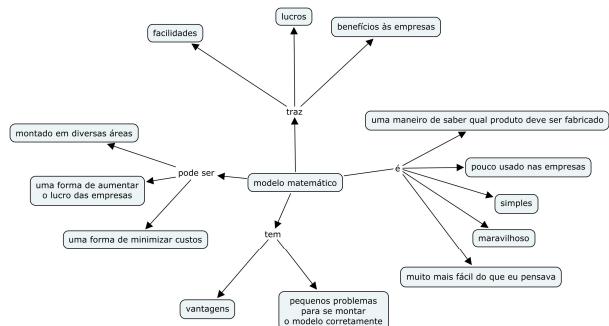


Figura 12: Mapa conceitual do aluno 5.

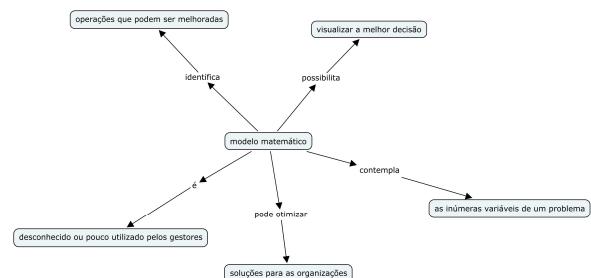


Figura 13: Mapa conceitual do aluno 26.

De uma forma geral, os mapas iniciais, elaborados no início do semestre, na disciplina de Pesquisa Operacional, apresentaram poucas relações e estruturação de níveis hierárquicos quase inexistentes. No entanto, relacionaram conceitos que confirmam as definições encontradas nos fundamentos teóricos. Apresentaram algumas evidências em relação às exigências profissionais, com ênfase na ideia da tomada de decisão.

Conforme previsto na metodologia de pesquisa deste estudo, o mapa conceitual inicial elaborado no início do mês de setembro, foi devolvido aos alunos, em novembro de 2008, ao término da disciplina de Pesquisa Operacional. Solicitou-se aos alunos que reavaliassem os conceitos, bem

como as relações estabelecidas e relacionadas ao tema modelo matemático. Os alunos riscaram seus mapas iniciais e os complementaram com novos conceitos e relações percebidas. Nos mapas conceituais finais, apresentados a seguir, os conectores em vermelho refletem novas inserções, assim como os conceitos nas caixas de cor laranja. As palavras em vermelho dentro das caixas apontam as modificações realizadas e os conceitos em caixas pontilhadas representam exclusões de conceitos. Ressalta-se que esta atividade, assim como a representação dos mapas conceituais iniciais, foi desenvolvida em sala de aula.

Embásado em Novak (1988, 1990), o objetivo desta atividade foi verificar como os conceitos relacionados à palavra modelo matemático se modificaram no decorrer do tempo, caracterizando-se como uma pesquisa longitudinal, bem como buscar evidências com relação às exigências da formação profissional dos administradores. O mapa conceitual dos alunos não foi comparado a um mapa elaborado por especialista, haja vista a compreensão dos autores deste estudo, assim como Moreira (2005), de que o mapa implica atribuição de significados idiossincráticos, o que corresponde afirmar que cada aluno representou seu mapa conceitual e não existindo, portanto, um correto.

No anexo, apresentam-se um quadro que ilustra o número de conceitos iniciais com exceção da palavra modelo matemático, o número de conceitos ao término da pesquisa, o número de frases de ligação no mapa inicial, o número de frases de ligação no mapa final, a quantidade de conceitos excluídos e/ou alterados e o número de frases de ligação excluídas e/ou alteradas.

Analizando-se o Quadro 1, é possível perceber que o número de conceitos relacionados inicialmente variou de 4 a 30, assim como o número final de frases de ligação variou de 7 a 14, o que corrobora as afirmações anteriores quanto à idiossincrasia do mapa conceitual. Quanto a alterações, apenas 5 dos 58 alunos não acrescentaram novos conceitos, entendendo que sua compreensão não alterou, como afirma o aluno 29: "Nada mudou para mim!". O número de frases de ligação também aumentou, na maioria dos casos. Ressalta-se que alguns alunos não haviam inserido em seus mapas iniciais as frases de ligação, mas as acrescentaram no mapa conceitual final.

Nos mapas conceituais iniciais, ainda foram realizadas observações quanto à concepção teórica acerca da palavra modelo matemático, representação dos modelos matemáticos, necessidade do uso de recursos tecnológicos,

precauções na elaboração dos modelos matemáticos e a suposta aplicabilidade. Como o quadro anterior aponta, novos conceitos e frases de ligação foram inseridos. A maioria teve relação com a aplicabilidade dos modelos matemáticos, conforme pode ser visto nos mapas a seguir.

Alguns alunos apontam no sentido de que os modelos matemáticos podem auxiliar no processo de gestão, de pensar estrategicamente e introduzir modificações nos processos produtivos. Isso pode ser visualizado nos mapas conceituais a seguir:

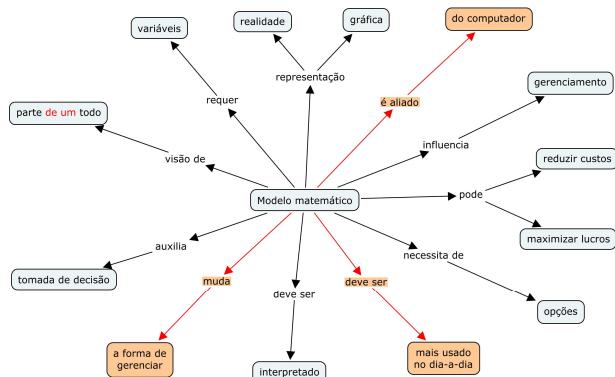


Figura 14: Mapa conceitual do aluno 14.

O aluno 14 acredita que o modelo matemático muda a forma de gerenciar e deve ser utilizado no dia-a-dia.

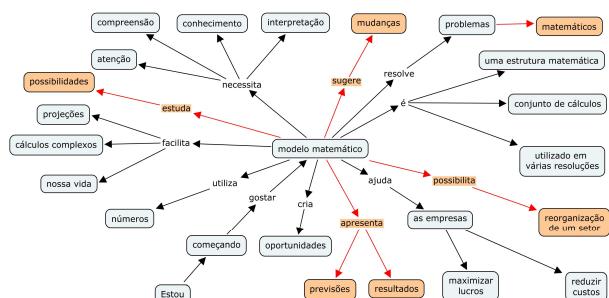


Figura 15: Mapa conceitual do aluno 21.

O mapa do aluno 21 menciona que, por meio do modelo matemático, é possível sugerir mudanças e apresentar previsões e resultados, assim como reorganizar um setor. Os seus novos conceitos, destacados nas caixas cor de laranja, apontam indícios de mudanças no processo de gestão, uma das exigências previstas na legislação do curso de administração.

No mapa do aluno 22, percebe-se a proposição “modelo matemático inova, transforma demais problemas do cotidiano”, instigando a ideia de que o modelo matemático possa auxiliar na resolução de problemas tanto de pessoas físicas quanto jurídicas.

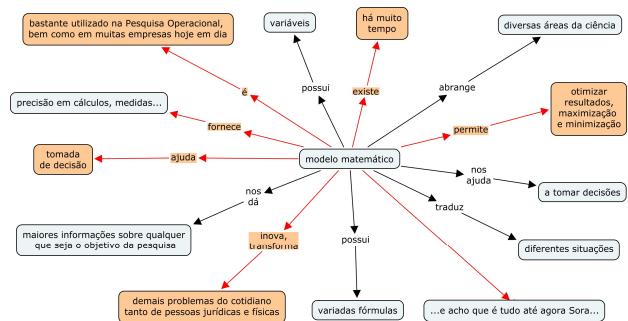


Figura 16: Mapa conceitual do aluno 22.

Diante deste cenário, pode-se confirmar a hipótese levantada no início da pesquisa de que o mapa conceitual final teria mais conceitos e mais frases de ligação se comparado ao mapa conceitual inicial. Mas as mudanças - exclusões e/ou alterações nos conceitos ou frases de ligação - são pouco significativas. Isso leva a inferir que a maioria dos alunos não mudou seus conceitos ao longo do semestre, mas adquiriu outros, novos. À luz da teoria de Ausubel (2003), à medida que o vocabulário se amplia - e isso ocorreu nos encontros e discussões em sala de aula - , novos conceitos são adquiridos e têm relação direta com a dimensão concreto-abstrata do desenvolvimento do aluno.

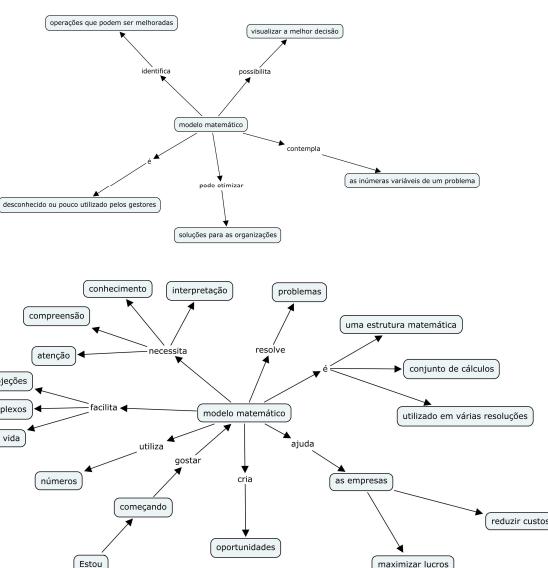


Figura 17: Mapas conceituais iniciais dos alunos 26 e 21

Por meio dos mapas conceituais, também foi possível visualizar as diferenças entre os níveis de abstração, o que corrobora a existência de diferentes subsunções em diferentes alunos,

como mostram os mapas conceituais iniciais e finais dos alunos 26 e 21 comparados (fig. 17). Visualmente é nítida a diferença de subsunções presentes nos mapas conceituais iniciais. Um traz subsunções relacionados a recursos tecnológicos e precauções quanto a sua resolução, ao contrário do outro, mas ambos apresentam alguns conceitos relacionados à aplicabilidade dos modelos matemáticos, bem como sua representação.

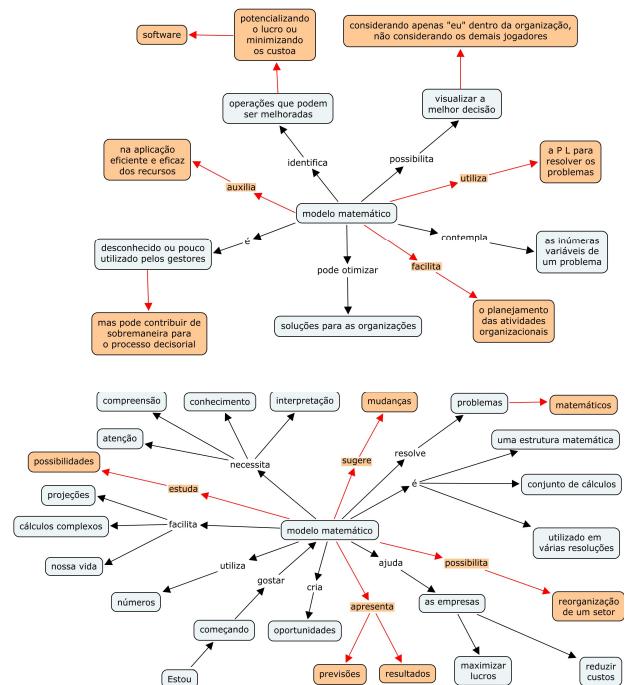


Figura 18: Mapas conceituais finais dos alunos 26 e 21

Observando a evolução dos mapas conceituais iniciais para os finais, também são perceptíveis as diferenças. No mapa 2, o aluno 26 acrescentou novos subsunidores relacionados à resolução de problemas de programação linear e com softwares, enquanto que o aluno 21 acrescentou mais subsunidores relacionados à aplicabilidade, principalmente a gestão. Com relação aos demais mapas conceituais, poder-se-ia realizar também as análises comparativas entre os mapas iniciais e os finais de todos os alunos, bem como os mapas iniciais de diferentes alunos e ainda os finais. Como já dito anteriormente, a conclusão a que se chegaria é de que os mapas conceituais representam os conceitos presentes na estrutura cognitiva dos alunos e estes são diferentes de aluno para aluno.

4. Conclusões:

Os mapas mostraram que os alunos do curso de Administração do Centro Universitário UNIVATES, ao cursarem a disciplina de Pesquisa

Operacional, tiveram concepções teóricas acerca do conceito modelo matemático que corroboraram autores como Bassanezi (2002), Goldbarg (2000), Gazzeta (1989), Pidd (1998), Granger (1969), Biembengut (2003) e Warwick (2007). A maioria dos alunos representou os mapas em formato de teia, não hierárquicos, estabelecendo poucas relações entre os conceitos, tiveram ciência da necessidade do uso de recursos tecnológicos, das precauções na elaboração dos modelos matemáticos e da suposta aplicabilidade. Evidenciaram, ainda, conscientização acerca da importância dos modelos matemáticos para sua formação profissional.

Face aos resultados observados com relação aos mapas (iniciais e finais), pode-se inferir que os alunos os representaram de diferentes formas. Também as modificações são percebidas diferentemente na forma e na evolução. Os mapas evoluíram mais do que se modificaram, principalmente inserindo conceitos relacionados à gestão. Poder-se-ia levantar uma hipótese de que essa evolução tem relação com o curso dos alunos: administração. No entanto, não há subsídios suficientes para corroborar a hipótese. Assim, sugere-se um novo estudo na área. Pode-se ainda observar que os mapas apresentaram indícios da conscientização acerca de modelos matemáticos para a formação profissional dos alunos de administração, no aspecto pensar estrategicamente e introduzir modificações no processo produtivo.

6. Referências

1. AUSUBEL, D.P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
 2. BASSANEZI, R. C. Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia. São Paulo: Contexto, 2002.
 3. BIEMBENGUT, M. S. Qualidade de ensino de matemática na engenharia: uma proposta metodológica e curricular, 1997. 302 f. Tese (Doutorado) Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Florianópolis, 1997.
 4. BIEMBENGUT, M. S. Modelagem matemática no ensino. São Paulo: Contexto, 2003.
 5. CAIXETA FILHO, J. V. Pesquisa operacional: técnicas de otimização aplicadas a sistemas agroindustriais. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004.
 6. DUTRA, I. M. et al. Blog, wiki e mapas conceituais digitais no desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem com alunos do Ensino Fundamental. Novas tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 4, n. 2, 2006.
 7. FARIA, W. Mapas conceituais: aplicações ao ensino, currículo e avaliação. São Paulo: EPU, 1995.
 8. GAZZETA, M. A modelagem como estratégia de aprendizagem da matemática em cursos de aperfeiçoamento de professores, 1989. 150 f. Dissertação

- (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1989.
9. GRANGER, G. A razão. 2. ed. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1969.
 10. GOLDBARG, M. C. Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
 11. LACHTERMACHER, G. Pesquisa operacional na tomada de decisões. Rio Janeiro: Campus, 2007.
 12. LOESCH, C.; HEIN, N. Pesquisa operacional: fundamentos e modelos. Blumenau: FURB, 1999.
 13. MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. *Revista Chilena de Educação Científica*. Chile, v. 4. n. 2, p. 38-44, 2005. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em 30 nov. 2007.
 14. MOREIRA, M. A. Mapas conceituais. In: Congresso Internacional sobre Investigação em Didática das Ciências & das Matemáticas. 2., Valência, Anais... Valência, 1987. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Livro_Mapas_conceituais_e_Diagramas_V_COMPLETO.pdf. Acesso em: 30 nov. 2007.
 15. MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.
 16. NOVAK, J. D. Teoría y práctica de la educación. Madrid: Alianza, 1988.
 17. NOVAK, J. Human Constructivism: a Unification of Psychological and Epistemological Phenomena in Meaning Making. In: North American Conference on Personal Construct Psychology, 4., San Antonio. Anais... San Francisco, 1990.
 18. PIDD, M. Modelagem empresarial: ferramentas para tomada de decisão. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
 19. PRADO, D. S. Programação linear. Belo Horizonte, MG: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.
 20. TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. Ciências & Cognição. Rio de Janeiro, v. 12, p. 72-85, 2007. Disponível em <<http://www.cienciascognicao.org/pdf/v12/m347187.pdf>>. Acesso em 10 nov. 2008.
 21. WARWICK, J. Some reflections on the Teaching of Mathematical Modeling. *The Mathematical Educator*. Londres, v. 17, n. 1, p. 32-41, 2007. Disponível em <<http://math.coe.uga.edu/tme/Issues/v17n1/v17n1.pdf>>. Acesso em: 23 jan de 2008.

ANEXO 1

Quadro 1 - Número de conceitos iniciais, finais, frases de ligação iniciais, finais, conceitos e frases de ligação excluídas e/ou alteradas.

Aluno	Conceitos Iniciais	Conceitos Finais	Frases de ligação inicial	Frases Finais	Conceitos excluídos/alterados	Frases de ligação excluídas/alteradas
Aluno 1	12	23	5	7	2	0
Aluno 2	19	20	6	6	0	1
Aluno 3	13	13	2	3	4	0
Aluno 4	13	19	5	8	0	0
Aluno 5	13	18	4	4	0	0
Aluno 6	9	14	7	9	0	0
Aluno 7	9	9	4	4	0	4
Aluno 8	8	8	0	8	0	0
Aluno 9	15	28	6	8	0	0
Aluno 10	9	10	3	4	0	0
Aluno 11	10	15	3	3	0	0
Aluno 12	8	15	4	6	0	0
Aluno 13	7	9	0	4	2	0
Aluno 14	10	13	8	11	1	0
Aluno 15	17	24	5	5	0	0
Aluno 16	12	14	4	4	0	0
Aluno 17	12	16	4	5	1	0
Aluno 18	7	16	7	12	0	0
Aluno 19	11	16	6	8	0	0
Aluno 20	11	13	4	5	0	0
Aluno 21	18	24	8	12	0	0
Aluno 22	8	13	6	12	0	0
Aluno 23	12	16	4	4	0	0
Aluno 24	10	19	5	5	0	0
Aluno 25	18	19	9	10	0	0
Aluno 26	5	12	5	8	0	0
Aluno 27	8	9	3	4	0	0
Aluno 28	8	14	6	10	1	1
Aluno 29	27	27	3	3	0	0
Aluno 30	14	28	3	6	0	0
Aluno 31	9	13	7	9	0	0
Aluno 32	9	15	4	5	0	0
Aluno 33	6	10	4	8	0	0
Aluno 34	18	30	8	14	0	1
Aluno 35	10	16	4	7	0	0
Aluno 36	5	13	3	6	0	0
Aluno 37	14	18	4	4	0	0
Aluno 38	13	17	6	6	0	0
Aluno 39	18	22	5	5	2	0
Aluno 40	6	7	5	6	1	0
Aluno 41	9	11	6	7	1	1
Aluno 42	6	10	0	10	0	0
Aluno 43	9	13	4	4	2	0
Aluno 44	9	10	7	7	6	0
Aluno 45	6	10	4	6	1	0
Aluno 46	23	30	7	7	1	0
Aluno 47	9	10	5	5	1	0
Aluno 48	10	19	4	6	0	0
Aluno 49	6	14	3	6	0	0
Aluno 50	15	20	8	8	1	1
Aluno 51	11	14	6	6	0	0
Aluno 52	7	11	5	7	0	0
Aluno 53	8	13	4	4	0	0
Aluno 54	8	16	4	6	0	0
Aluno 55	4	9	3	6	0	0
Aluno 56	11	19	3	4	0	0
Aluno 57	13	13	7	7	7	0
Aluno 58	13	16	6	7	2	0