

Mapas Conceituais Aplicados à Seleção e Organização de Objetos de Aprendizagem para Disciplinas de Pré-Cálculo em Cursos de Computação e Informática

André Luis Marquesi¹, Ismar Frango Silveira²

¹Centro Universitário Sant'Anna – UniSant'Anna
R. Voluntários da Pátria, 257 – 02011-000 – São Paulo – SP – Brasil

²Universidade Cruzeiro do Sul – UNICSUL
R. Galvão Bueno, 868 – 01506-000 – São Paulo – SP – Brasil
professor.marquesi@gmail.com, ismar.silveira@unicsul.br

Abstract. In the context of IT and CS undergraduate teaching, the term pre-calculus often denotes those topics related to previous knowledge students are expected to have in order to properly follow Differential and Integral Calculus courses. Some researches point out that at Universities, first-year students present many difficulties concerning to basic concepts of Mathematics. The present paper discusses a proposal for reusing, digital learning objects available in repositories to assemble learning resources that are meant to provide first-year students a more effective learning of pre-calculus topics, more specifically Functions, having as basis the Meaningful Learning Theory.

Resumo. No contexto dos cursos superiores em Computação e Informática, o termo “pré-cálculo” geralmente denota tópicos relacionados aos pré-requisitos esperados para uma adequada evolução de uma primeira disciplina de Cálculo. Pesquisas desenvolvidas nesse âmbito assinalam que alunos ingressantes nas universidades, e até mesmo concluintes, apresentam dificuldades no que se refere aos conceitos básicos em Matemática. O presente trabalho discorre sobre uma proposta de reutilização, a partir de repositórios, de objetos de aprendizagem digitais na construção de recursos de aprendizagem que proporcionem aos alunos universitários ingressantes em cursos das áreas de Ciências Exatas e Tecnológicas a aprendizagem de tópicos de pré-cálculo, e mais especificamente Funções - que é a base do Cálculo, embasada em uma Teoria de Aprendizagem Significativa.

1. Introdução

O ensino de uma primeira disciplina de Cálculo, nos cursos universitários da área de Ciências Exatas e Tecnológicas em geral, e nos cursos de Computação e Informática em particular, apresenta uma série de dificuldades comuns a estudantes e professores. No decorrer do processo, dois problemas se evidenciam: de um lado, a falta de conhecimentos prévios dos alunos recém- chegados à universidade para uma adequada evolução nos estudos, mais especificamente quanto ao tópico de função, que é o objeto

fundamental do Cálculo; de outro, a não atualização dos métodos didáticos para o ensino do Cálculo, em face das novas tecnologias, esta associada à resistência de alguns professores em aceitarem mudanças em suas práticas.

Neste trabalho, será abordado um contexto de ensino e aprendizagem mediado por computador, onde a reutilização de objetos de aprendizagem (*Learning Objects - LOs*), a partir de repositórios de objetos de aprendizagem (*Learning Objects Repositories - LORs*), é a base para a execução de atividades em complemento ao ensino presencial. Procura responder, no seu cerne, o seguinte questionamento central: como utilizar objetos de aprendizagem para preparar o aluno ingressante à universidade para aprender funções de forma significativa?

Por meio de uma seleção dos conceitos fundamentais para cada objeto de aprendizagem específico, e seqüenciamento desses conceitos em conteúdos referenciados nos objetos de aprendizagem, traçam-se alguns objetivos básicos. O objetivo geral é contribuir para o ensino da Matemática em cursos universitários da área de Ciências Exatas e Tecnológicas. Dentro deste contexto, os objetivos específicos são: relacionar estudos teóricos da aprendizagem significativa, a estudos relacionados a mapas conceituais, à reutilização de objetos de aprendizagem, e propor procedimentos para a reutilização de objetos de aprendizagem para o ensino da Matemática nos cursos de Computação e Informática.

2. A Aprendizagem de Funções

Longo foi o tempo para que o conceito de função atingisse uma das formas que atualmente se apresenta nas instituições de ensino. A evolução deste conceito aconteceu de maneira gradativa, por meio de noções vagas e inexatas. Tal evolução iniciou-se há cerca de 4000 anos e somente os três últimos séculos apresentam verdadeiramente o desenvolvimento da noção de função, tendo esta estreita ligação com problemas de Cálculo e Análise, conforme afirma Barthélemy (1999).

Costa (2004), referindo-se a estudo desenvolvido por Kleiner (1989), lembra que alguns estágios da evolução do conceito de função, partindo do instinto de funcionalidade presente em tabelas elaboradas por astrônomos babilônicos ou em estudos geométricos referentes ao cálculo de áreas, foram desenvolvidos pelos gregos. As idéias, naquele período, abordavam relações especiais, entre, em geral, entes geométricos. Ainda segundo Barthélemy (1999), a elaboração de um novo conceito – o conceito de função – começou com a Geometria de René Descartes, para quem o principal objeto da geometria plana era a linha reta ou curva, suscetível de se ver associada a uma equação. Assim, aquilo a que, ao longo de todo o século XVIII, chamou-se de função é, pois, incontestavelmente, de origem geométrica. Segundo o mesmo autor, foi Euler quem introduziu a notação $f(x)$, que tem a vantagem de designar claramente a variável. Ao se escrever $f(x)$ ao invés de y , passa a existir um distanciamento um pouco maior da geometria. De fato, abandonava-se a letra y , que se referia a uma ordenada, em proveito do simbolismo $f(x)$, que evoca uma simples expressão literal. Apesar de Euler não ter sido o precursor no que se refere à noção de função, foi ele o primeiro a tratar o Cálculo como uma teoria formal de funções.

Já no século XX, os textos e publicações de matemáticos sofrem a influência da filosofia formalista, para a qual a definição de função é fortemente norteada pela Teoria

dos Conjuntos. Conforme Braga (2006), nos anos 1960, o movimento da Matemática Moderna passa a adotar essa concepção estrutural, cujas consequências no ensino secundário tornaram-se alvo de muitos estudos. A insatisfação com os resultados produzidos por esse movimento provocou o seu refluxo, e, assim, a abordagem estrutural de função cede espaço para outras de ordem processual.

Dificuldades concernentes à aprendizagem do conceito de função têm sido motivo de preocupação de estudiosos em Educação Matemática de diferentes países. Diversas pesquisas no Brasil assinalam que alunos ingressantes nas Universidades e até mesmo concluintes apresentam dificuldades no que se refere a tal conceito. À guisa de exemplo, Mendes (1994) aplicou um questionário a estudantes dos cursos de Introdução ao Cálculo e Cálculo I de uma IES do estado do Rio de Janeiro, enfocando o conceito de função. A conclusão obtida foi de que a construção do conceito de função pelos alunos encontra obstáculos semelhantes aos vivenciados por matemáticos no passado, tais como considerar que as funções precisam ter representações algébricas para serem aceitas como tais. Carneiro, Fantinel e Silva (2003) apresentam um levantamento feito com alunos de uma IES do Rio Grande do Sul, onde abordaram a identificação e descrição de diferentes significados produzidos por estudantes para a noção de função. No estudo referido, os autores concluíram que a noção de função é considerada pelos discentes como uma correspondência, associação ou relação, mas não como uma transformação.

Os estudos consultados evidenciam que muito há por se fazer no âmbito do ensino das funções. É neste sentido que, no próximo item, será apresentada uma reflexão a respeito de estudos sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, uma vez que a mesma abre perspectivas para o ensino e a aprendizagem que privilegia a construção de conhecimentos e não a apropriação dos mesmos.

3. Teoria da Aprendizagem Significativa

A idéia central da teoria de Ausubel é a de que o fator isolado mais importante a influenciar a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe [AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980]. Conforme Moreira e Masini (2006), o conceito mais importante na teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa. Pode-se, então, considerar que a aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Isto quer dizer que, neste processo, a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, definido por Ausubel como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. Neste sentido, estrutura cognitiva significa uma estrutura hierárquica de subsunçores que são abstrações da experiência do indivíduo.

Cabe aqui uma correlação entre o conceito de subsunçores e o objeto de pesquisa deste artigo – o ensino das funções: se o conceito de função e suas diversas formas representativas já existem na estrutura cognitiva do aluno, servirão os mesmos de subsunçores para novas informações referentes a tipos específicos de funções. Entretanto, este processo de ancoragem da nova informação resulta em evolução do próprio subsunçor. Isso significa que os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem desenvolvidos, ou limitados e pouco desenvolvidos,

dependendo da freqüência com que ocorre a aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor.

No caso em estudo, uma idéia intuitiva de função poderá servir como subsunçor para novas informações referentes a um determinado tipo de função e, na medida em que esses novos conceitos sejam aprendidos de maneira significativa, isso resultará em um crescimento e elaboração dos conceitos subsunçores iniciais. Neste sentido, os conceitos de funções e suas formas representativas ficarão mais elaborados, mais inclusivos e capazes de servir de subsunçores para novas informações relativas a funções, ou correlatas, e assim sucessivamente.

Desta maneira, afirma-se que o conceito de um determinado tipo de função será aprendido por um aluno quando o mesmo já possuir o conceito geral bem estabelecido em sua estrutura cognitiva. O novo conceito específico será assimilado pelo conceito mais inclusivo adquirido anteriormente. Entretanto, considerando que um referido tipo de função é de curto alcance, em contraposição aos outros que são de longo alcance, não somente o conceito da função específica adquirirá significado para o aluno, como também o conceito geral de função que ele já tinha será modificado, tornando-se, pois, mais inclusivo.

4. Objetos de aprendizagem, mapas conceituais e ensino de funções

Para se proceder à seleção de objetos de aprendizagem a partir de repositórios (no caso desta pesquisa, foram considerados os repositórios RIVED e MERLOT), é necessário, inicialmente, considerar que o entendimento de função envolve três aspectos que devem ser abordados, prioritariamente, no processo de ensino e aprendizagem: o acionamento dos conhecimentos prévios, que podem ser gerais (mais abrangentes) ou específicos (menos abrangentes); a identificação do tipo de função envolvida no estudo, no caso desta pesquisa – a função do primeiro grau - e também sua aplicabilidade, que deve ser organizada por meio de Mapas conceituais. A Figura 1, a seguir, elucida esse modelo.

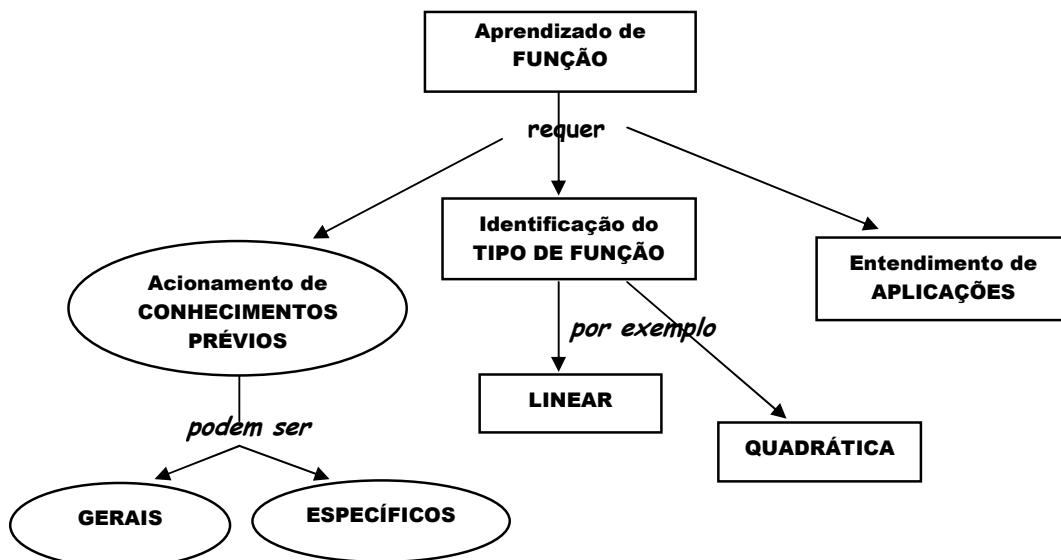


Figura 1 – Mapa Conceitual para Aprendizagem de Função (visão macro)

Mais detalhadamente, o mapa conceitual de aprendizagem de função pode evidenciar que aspectos tais como: definição de função, aplicação prática e formas de representações, bem como conceitos de variáveis, domínio e imagem de função, devem ancorar-se em conhecimentos prévios já existentes na estrutura cognitiva do aluno, que abordem noções de Conjuntos, Aritmética, Álgebra e Geometria.

O próximo item detalha os resultados obtidos no estudo de caso. Para a realização da experiência, constituiu-se um grupo de dez alunos (S1... S10) ingressantes do curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, o qual participou integralmente do processo. Em termos de amostragem, pode-se afirmar que o referido grupo, correspondente a 20% da sala de aula, tende a refletir o perfil do grupo-sala como um todo.

No que se referem aos dados pessoais, todos os sujeitos são egressos do ensino público; apenas um deles tem menos de 20 anos; 50% do grupo já trabalham na área; entre a conclusão do ensino médio e o início do curso superior, todos apresentam, em média, um intervalo de seis anos. No que se referem aos dados de desempenho na disciplina em questão, todos os alunos trazem dificuldades do ensino médio em relação ao conhecimento de função de primeiro grau e não têm familiaridade com o uso de recursos tecnológicos na aprendizagem. Cabe registrar que todos os sujeitos manifestam extremo interesse pelo aprendizado e aceitaram participar desta pesquisa.

5. Estudo de Caso

A experiência foi realizada no ambiente Moodle, o qual é adotado pela IES em que se aplicou a pesquisa. A experiência, realizada com o grupo de 10 alunos do curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, acima caracterizado, foi desenvolvida em duas etapas, num total de cinco encontros de duas horas cada um deles, no período de setembro a dezembro de 2007, constituindo-se como Atividades Complementares para os alunos que dela participaram.

Para a primeira etapa, denominada “Atividades de Familiarização”, foram destinados três encontros. Nessa etapa, os alunos interagiram diretamente com o Moodle e priorizou-se o entendimento de aspectos relevantes sobre este ambiente virtual de aprendizagem, tais como: login de acesso, recursos e atividades.

Para a segunda etapa, foram destinados dois encontros. Esta etapa foi denominada “Ensino de função do 1º grau”. Nesses encontros, foram explorados os repositórios de objetos de aprendizagem RIVED e MERLOT. Por meio deles, os alunos viram novas possibilidades de aprendizagem, ao interagir livremente com os objetos de aprendizagem neles contidos; puderam, então, vivenciar uma nova maneira de abordagem do conteúdo matemático, e, com ela, o aspecto motivacional foi ressaltado.

Como conclusão da segunda etapa, os alunos foram orientados pelo professor, no último encontro, a realizarem, não presencialmente, uma avaliação do conhecimento adquirido, em forma de prova disponibilizada no ambiente. Também após a conclusão da segunda etapa, os alunos responderam a um questionário, com o objetivo de dar visibilidade a seus perfis e respectivos percursos escolares, às experiências vivenciadas no ensino da Matemática e a opinião sobre a utilização dos objetos de aprendizagem

experiência aqui relatada. Os objetos de aprendizagem selecionados para esta etapa e seus respectivos objetivos estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, a seguir:

Tabela 1 – Objetos de Aprendizagem selecionados do RIVED

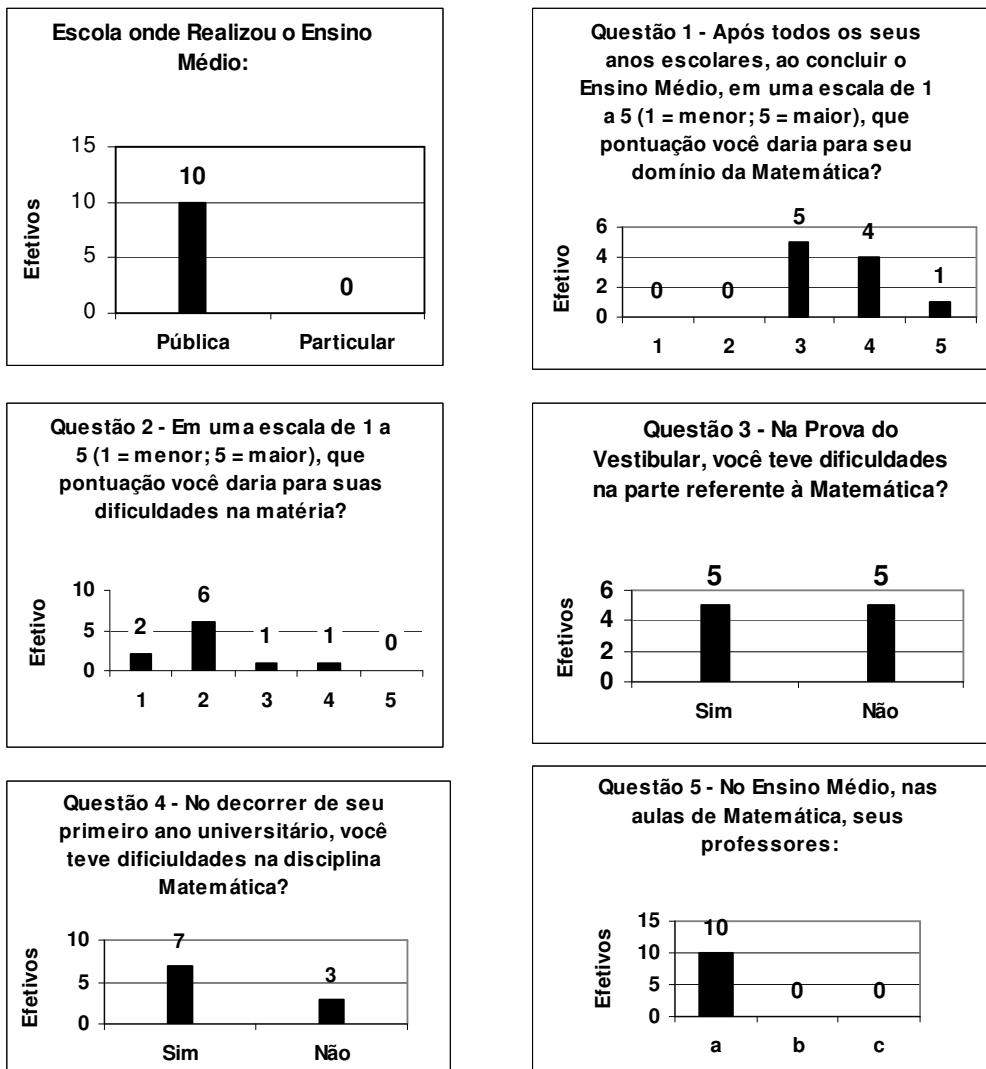
Título do objeto	Objetivo / URL
Um dia de trabalho na fazenda	Compreender os conjuntos numéricos. http://rived.proinfo.mec.gov.br/atividades/matematica/fazenda/mat1_ativ1.swf
Localizando no plano	Compreender a representação de pontos no plano cartesiano; Interpretar e fazer uso de linguagem própria para locomover no plano cartesiano. http://rived.proinfo.mec.gov.br/atividades/matematica/geometriaanalitica/atividade1/atividade1.htm
Fazendo um plano de vôo	Interpretar e fazer uso de um modelo baseado no teorema de Pitágoras para determinar a distância entre dois pontos. http://rived.proinfo.mec.gov.br/atividades/matematica/geometriaanalitica/atividade2/atividade2.htm
Profissões x Matemática	Relacionar aspectos da vida real, com a matemática; Refletir sobre as várias formas de salários e fatores dos quais esses dependem; Levar o aluno a perceber/entender o que é uma variável; Interpretar e descrever relações apresentadas em gráficos; Identificar parâmetros das funções, descrevendo a lei matemática de situações problemas; Reconhecer fatores que influenciam no comportamento gráfico de uma função; Perceber as diferenças entre função linear crescente e função linear decrescente. http://rived.proinfo.mec.gov.br/atividades/concurso2006/profissoesmatematica/index.html

Tabela 2 – Objetos de Aprendizagem selecionados do MERLOT

Título do objeto	Objetivo / URL
<i>Linear Functions</i>	Estudar os efeitos dos coeficientes: angular ‘m’ e linear ‘b’ e da declividade no gráfico de uma função linear. http://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm?id=82162
<i>Quadratic Functions</i>	Permitir alterações dos coeficientes a, b e c de uma função quadrática, e observar a mudança no gráfico correspondente. http://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm?id=82163
<i>Playing With Functions</i>	Explorar o impacto sobre um gráfico de uma função qualquer, quando se alteram os parâmetros; Verificar o efeito provocado pelas operações sobre uma ou duas funções. http://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm?id=86864
<i>How the ball bounces</i>	Retratar situações gráficas do Cálculo. http://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm?id=77011
<i>Grapher</i>	Permitir a inserção de uma função de uma variável, com até 3 parâmetros, e verificação do gráfico correspondente. http://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm?id=81518
<i>The world of Math Online</i>	Permitir a abordagem de vários aspectos da Matemática. http://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm?id=79573
<i>The Function Institute</i>	Apoiar a pré-álgebra, álgebra e trigonometria, através de demonstrações gráficas. http://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm?id=84300
<i>Virtual Math Lab / Intermediate Algebra Tutorial</i>	Auxiliar no entendimento da Álgebra, através da resolução de testes contidos em mais de 40 objetos. http://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm?id=82132
<i>Flash animations in Science</i>	Auxiliar no entendimento das Ciências (Biologia, Física, Matemática), através da Animações e simulações. http://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm?id=215700
<i>Famous Curves (Math)</i>	Explorar as curvas “famosas” da história da Matemática. http://www.merlot.org/merlot/viewMaterial.htm?id=74493

Os dez alunos também responderam ao questionário, cujo objetivo era focalizar dados pessoais, escolares e profissionais desses sujeitos; dados sobre a percepção desses sujeitos em relação ao domínio da Matemática; dados relacionados à utilização de recursos tecnológicos em aulas de Matemática vivenciadas pelos sujeitos no ensino médio e no primeiro ano do ensino superior; dados sobre a avaliação dos sujeitos em relação aos recursos utilizados na experiência realizada.

As respostas dadas ao questionário relativas ao *background* em matemática permitiram uma melhor caracterização do grupo, conforme elucidado na Figura 2, abaixo exposta:



- a.ensinavam por meio de explicações e exercícios;
- b.ensinavam apenas pelo livro didático;
- C.utilizavam recursos tecnológicos para ensinar.

Figura 2 – Caracterização do grupo de alunos em relação a conhecimentos prévios

A Figura 3, a seguir, exibe um panorama da percepção do aluno em relação à sua aprendizagem, ao mostrar os resultados obtidos após o experimento com objetos de aprendizagem.

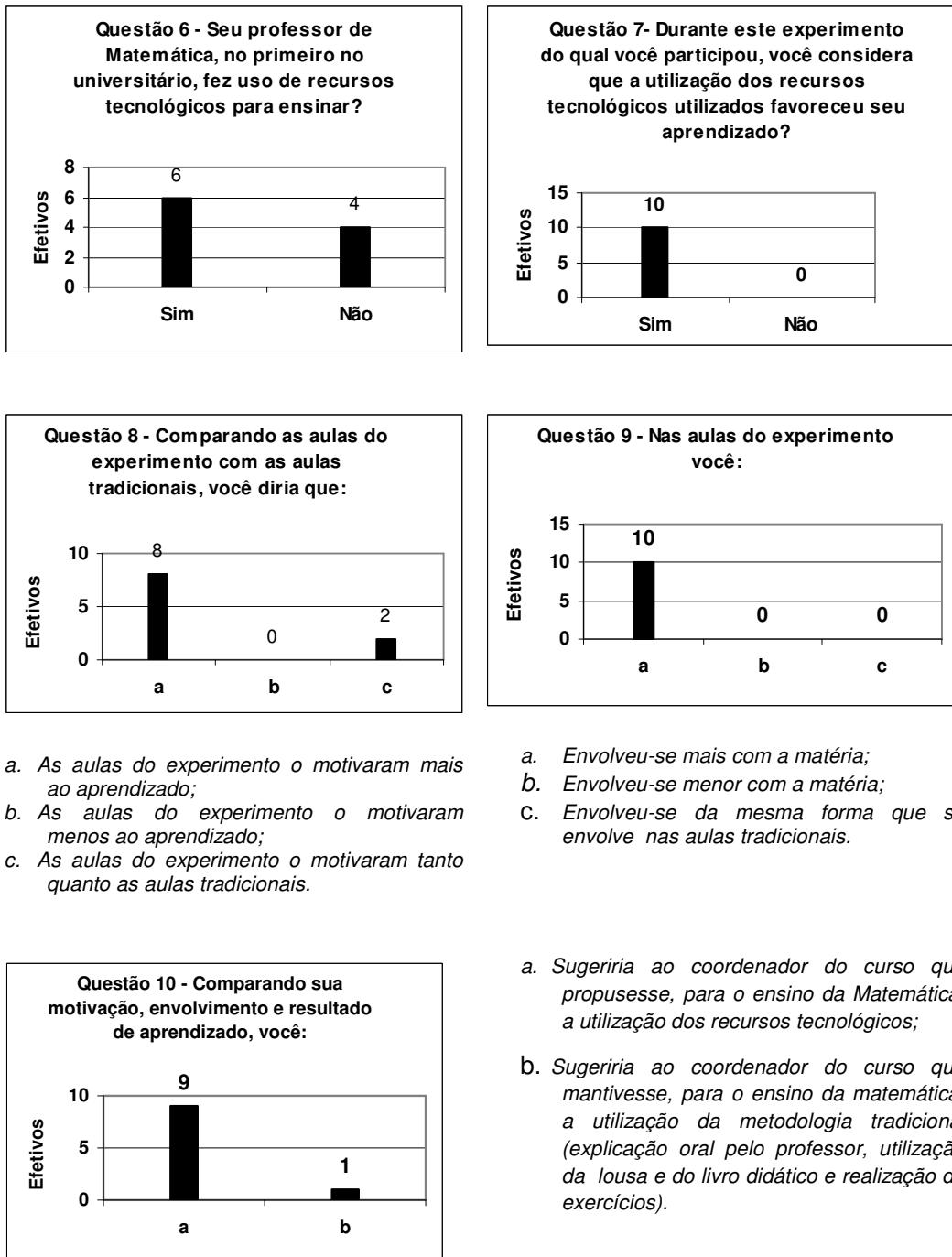


Figura 3 – Percepção da aprendizagem por parte dos alunos

As respostas dos questionários, apresentadas comparativamente nos quadros acima, evidenciam aspectos importantes de serem comentados:

- No que se referem aos dados pessoais, todos os sujeitos são egressos do ensino público; apenas um deles tem menos de 20 anos; 50% do grupo já trabalham na área; entre a conclusão do ensino médio e o início do curso superior, todos apresentam, em média, um intervalo de seis anos;
- No que se refere à percepção desses sujeitos em relação ao domínio da Matemática, constata-se que há contradições nas respostas, mas a comparação entre essas respostas e a vivência do pesquisador como professor dos sujeitos envolvidos aponta para o dado de que eles têm dificuldade em relação ao referido domínio;
- No que se refere à utilização de recursos tecnológicos em aulas de Matemática, as respostas dadas evidenciam que os sujeitos não vivenciaram aulas no ensino médio apoiadas pelos referidos recursos, vivenciaram poucas aulas no ensino superior apoiadas pelos mesmos e avaliaram positivamente a experiência vivenciada pelo grupo, a qual se apoiou nos objetos de aprendizagem.

Da aplicação do questionário, é importante ressaltar que as respostas dadas às questões de 7 a 10 evidenciam que os alunos avaliaram positivamente a utilização de objetos de aprendizagem no processo de ensino desenvolvido durante a experiência.

6. Considerações Finais

A organização da proposta de ensino de Funções por meio da reutilização de objetos de aprendizagem selecionados no RIVED e no MERLOT e de um objeto de aprendizagem desenvolvido pelo pesquisador, bem como sua aplicação a alunos universitários de uma IES de São Paulo, permitiram responder a questão central de investigação deste artigo: como utilizar objetos de aprendizagem para preparar alunos ingressantes dos cursos de Computação e Informática para aprender funções de forma significativa?

O trabalho desenvolvido evidenciou a importância da utilização dos objetos de aprendizagem orientados por mapas conceituais que possibilitam ao aluno construir seu caminho de aprendizagem significativa, ancorado em conhecimentos prévios relacionados a cada novo conhecimento. Foi possível, também, analisar a adaptação dos Objetos de Aprendizagem ao Sistema Gerenciador de Aprendizagem Moodle e o *feedback* observado após a intervenção proposta em sala de aula.

Verificou-se que o uso de objetos de aprendizagem orientado por uma metodologia de ensino fundamentada na aprendizagem significativa caracteriza-se, nos dias atuais, como recurso adequado, coerente e facilitador no processo de ensino da Matemática para alunos ingressantes em cursos superiores.

A organização de mapas conceituais para as aulas que utilizam os objetos de aprendizagem em sua metodologia é imprescindível para que o aluno se apóie em conhecimentos já adquiridos, entenda a relação existente entre os conteúdos desenvolvidos e construa o novo conhecimento. Ao selecionar e/ou criar objetos de aprendizagem destinados à docência, o professor cria sua coleção, e, assim, os objetos

de aprendizagem podem ser reutilizados em diferentes situações de ensino, mediante organizações que permitam uma aprendizagem significativa.

Pelo estudo aqui desenvolvido, acredita-se que a utilização de objetos de aprendizagem orientada por mapas conceituais constitui uma metodologia de ensino coerente com a aprendizagem significativa, uma vez que permite aos alunos serem os principais responsáveis por seus processos individuais de aprendizagem e construção de seu conhecimento.

Referências

- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, I.D.; HANESIAN, H. (1980) Psicologia educacional. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana.
- BARTHÉLEMY, G. (1999) 2500 anos de Matemática: A Evolução das idéias. São Paulo: Stória Editores.
- BRAGA, C. (2006) Função: a alma do ensino da Matemática. São Paulo: Annablume; Fapesp.
- CARNEIRO, V. C.; FANTINEL, P. C.; SILVA, R. H. (2003) Funções: significados circulantes na formação de professores. Boletim de Educação Matemática, Rio Claro, ano 16, nº 19, p. 37-57.
- COSTA, C. A. (2004) Conhecimentos de Estudantes universitários sobre o conceito de função. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica.
- KLEINER, I. (1989) Evolution of the function concept: a brief survey. In: College Mathematics Journal. EUA, no. 20.
- MENDES, M. H. M. (1994) O Conceito de Função: Aspectos Históricos e Dificuldades Apresentadas por Alunos na Transição do Segundo para o Terceiro Grau. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. 2 ed. São Paulo: Centauro Editora, 2006.