
A GEOMETRIA FUNDAMENTAL NUM CONTEXTO DINÂMICO: A UTILIZAÇÃO DA INFORMÁTICA EDUCACIONAL PARA FACILITAR A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Luís Havelange Soares
Universidade Estadual da Paraíba
havelan@hotmail.com

Romero Tavares
Universidade Federal da Paraíba
romero@fisica.ufpb.br

Resumo: Nesse trabalho discutimos a utilização de um Objeto de Aprendizagem, como facilitador da aprendizagem significativa em Geometria Básica. Como bases teóricas, utilizamos o campo de estudos da Educação Matemática para analisar as dificuldades e tendências atuais da aprendizagem matemática, das quais destacamos o uso da informática, e a Teoria da aprendizagem Significativa de David Ausubel. O Objeto de aprendizagem foi testado em duas turmas do ensino médio, uma de escola pública e outra de escola privada. Os resultados apontam uma importante contribuição do referido objeto para aprendizagem matemática, em especial, a aprendizagem de Geometria.

Palavras-chave: Geometria; Objeto de Aprendizagem; Aprendizagem Significativa.

INTRODUÇÃO

Não há mais dúvidas de que o ensino-aprendizagem de matemática no Brasil, no nível da Educação Básica, passa por problemas sérios, basta olharmos as pesquisas e avaliações realizadas sejam em nível regional, nacional (ENEM, SAEB) ou internacional (PISA) para comprovarmos essa deficiência alarmante de aprendizagem.

Uma análise mais criteriosa sobre a aprendizagem de matemática aponta para uma dualidade no atual processo de ensino/aprendizagem. De acordo D'Ambrósio (1996), de um lado há uma concepção defensora do modelo tradicional, que tem como características a rigidez, a pouca funcionalidade, e que ainda perdura em grande parte dos livros didáticos, dos programas oficiais e das ações em sala de aula, onde o professor se coloca como depositário de todo o saber e do aluno se espera uma atitude passiva de receptáculo dessas informações. Do outro, observamos uma inquietação, um inconformismo, uma insatisfação

crecente frente a esse ensino, que se traduzem numa busca continuada de novas alternativas, como veremos adiante.

O campo de pesquisa denominado de Educação Matemática tem contribuído para a busca de novos rumos na prática dos professores. Todas as linhas de pesquisa da Educação Matemática para o ensino desta ciência têm uma importância imensurável, porém o estudo do uso de novas tecnologias computacionais carece de destaque visto à amplitude de pesquisas dessa natureza no cenário nacional e internacional (Hoyles and Jones, 1998; Jones, 2001; Marrades and Gutiérrez, 2001; Conway and Sloane, 2005).

Borges (1998) comenta que as inovações tecnológicas são necessárias uma vez que se entende tecnologia como construção social. Balacheff & Kaput, (1996), acham que as inúmeras pesquisas indicam que o uso do computador pode se tornar um grande aliado para o desenvolvimento cognitivo dos alunos, viabilizando a realização de novos tipos de atividades e de novas formas de pensar e agir. Borba contribui com esse pensamento ao afirmar:

O conhecimento não é produzido somente por humanos, mas também por atores não humanos. As tecnologias são produtos humanos, e são impregnadas de humanidade, e reciprocamente o ser humano é impregnado de tecnologia. Neste sentido, o conhecimento produzido é condicionado pelas tecnologias (BORBA, 2004, p. 305).

Entretanto, este potencial ainda não tem sido devidamente explorado e integrado ao cotidiano da prática escolar, ficando restrito a discussões teóricas e acadêmicas. Como também, não há um consenso sobre a eficácia do uso da informática para a aprendizagem. Tanto é que, Barros et all (2008), em estudo sobre os resultados de pesquisas publicadas acerca dessa temática concluíram que “apesar da crença de que o uso de computadores traz amplos benefícios dentro do Ensino Fundamental e Médio, não existe um corpo suficiente de evidências empíricas que fundamentem esta hipótese”. Porém há muitos trabalhos publicados em revistas especializadas que sinalizam para a relevância do uso da informática nas aulas. Como por exemplo, o trabalho de Medina e Filho (2007) que analisou uma experiência com computador num ambiente colaborativo e mostrou um favorecimento à aprendizagem significativa.

Gómez (1997) afirma que mesmo que o uso das tecnologias não seja a solução para os problemas de ensino e de aprendizagem da Matemática, há indícios de que ela se

converterá lentamente em um agente catalisador do processo de mudança na educação matemática.

Contudo, entendemos que qualquer recurso tecnológico que venha ser utilizado no processo de ensino aprendizagem, deve estar baseado numa vertente teórica que sustente sua aplicação, para que possa fazer sentido. É nessa perspectiva que analisamos o potencial de um Objeto de Aprendizagem para o estudo de Geometria Básica tomando como referencial, na sua construção e aplicação, a teoria da aprendizagem significativa.

A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A aprendizagem significativa é aquela que ocorre quando as idéias novas, se relacionam à informações já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. De acordo com Ausubel et al (1980) essa relação deve ser de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária. Nesse processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, conceitos ou proposições *relevantes* e *inclusivos* que estejam claros e disponíveis na mente do indivíduo e que funcionem como âncoras, aos quais Ausubel chama de “conceitos subsunçores” existentes na estrutura cognitiva de quem aprende.

A proposição de uma hierarquia na organização cognitiva do indivíduo é de suma importância, quando se trata da aprendizagem de conceitos científicos. Uma vez que o conhecimento científico é constituído por uma rede de conceitos e proposições, formando uma verdadeira teia de relações. Compreendendo o ensino/aprendizagem como uma rede de conhecimentos, de acordo com as idéias de Azevedo (2001), podemos dizer, de forma metafórica, que os saberes existentes na estrutura cognitiva do educando, estão postos como uma “rede”, sempre inacabada, com nós atados e nós desatados; os fios soltos oferecem a possibilidade contínua para a ligação com outros fios novos, enquanto que os amarrados poderão ser desatados a partir das novas informações para que haja a expansão da rede. Nessa concepção, os fios já existentes que se ligam aos novos funcionam como ancoradouros, bases, suportes para que novas malhas sejam tecidas e novas aprendizagens sejam adquiridas. Quando uma informação não é aprendida de forma significativa, quando não há “fios” na rede cognitiva de conhecimentos do aprendiz, que dê sustentação aos conceitos novos, então eles são aprendidos de forma mecânica. Ao contrário da

aprendizagem significativa, nesse tipo de aprendizagem, as informações são aprendidas praticamente sem interagir com informações relevantes presentes na teia de saberes. Desse modo a nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal.

No entanto, de acordo com Ausubel (1980) não há oposição entre a aprendizagem mecânica e a significativa, elas representam na verdade um *continuum*. Segundo ele, a aprendizagem mecânica é inevitável no caso de conceitos inteiramente novos para o aluno, mas posteriormente ela passará a se transformar em significativa. Por exemplo, ao se apresentar ao aluno o conceito de *área*, “Medida da superfície total de uma figura geométrica” este só terá sentido, à medida que ele for relacionado com alguma idéia relevante, que esteja clara e organizada na sua estrutura cognitiva. Caso contrário, a princípio será armazenado de forma mecânica e somente no decorrer do tempo, com a aquisição das “idéias âncoras” – que, segundo Moreira (2006), podem ser conceitos, idéias, proposições já existentes na estrutura cognitiva - é que o conceito passará a ter significado para o aluno.

Para Ausubel et al (1980) a ocorrência da aprendizagem significativa depende de três fatores: (a) disposição por parte do aluno em relacionar o material a ser aprendido de modo substantivo e não arbitrário à sua estrutura cognitiva; (b) presença de idéias relevantes na estrutura cognitiva do aluno (Subsunçores ou conhecimentos prévios); (c) material potencialmente significativo.

O primeiro pressuposto indica que mesmo havendo uma relação entre o material a ser aprendido e os subsunçores existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, de forma substantiva e não arbitrária, não haverá aprendizagem significativa se for dada ênfase para o processo de memorização das partes componentes do material ao invés de entendê-lo significativamente. A atitude do aluno é de crucial importância para o processo de aprendizagem significativa. Quanto ao material, esse deverá ser *compreendido*, e não somente memorizado, e para que isso ocorra, é necessário que exista uma organização conceitual, e não apenas uma lista arbitrária a ser apresentada aos sujeitos. Sobre os *subsunçores*, é importante que se estude os métodos que podem ser empregados para se conhecer ou avaliar os conhecimentos prévios dos alunos, e deste modo, como esses conhecimentos podem se relacionar, durante as aulas, com os conceitos que ele pretende apresentar.

APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA NUM AMBIENTE MULTIMÍDIA

Atualmente o papel do professor como educador está partilhado através de poderosos recursos didáticos que surgiram com o avanço tecnológico. Entre eles o áudio, o vídeo, o computador e a vídeo-conferência, ou a junção de vários destes. Com o desenvolvimento das técnicas e métodos de ensino considera-se importante discutir os ambientes de multimídia¹ que são espaços inovadores na Educação.

A utilização de ambientes de multimídia como auxílio à Educação é uma questão que vem sendo bastante estudada no meio acadêmico. De acordo com Atkinson (2005) a multimídia já é um recurso utilizado em muitas práticas educativas.

Os Objetos de Aprendizagem (AO) construídos com recursos computacionais são exemplos de ferramentas que tem as características descritas acima. Eles podem combinar sons com imagens, textos e gráficos, e como isso facilitar o processo de aprendizagem do aprendiz.

Atkinson (2005) num estudo sobre o uso de multimídia na aprendizagem (Cambridge handbook of multimedia learning) descreve uma situação na qual o aluno precisa resolver um problema de geometria, e conclui que com a utilização dos recursos da tecnologia a tarefa poderá ser facilitada. Segundo ele objetos educacionais que se inserem no contexto de multimídia favorecem a aprendizagem de matemática. Ele considera que a aprendizagem de matemática num ambiente de multimídia pode ser considerada em duas dimensões: A primeira dimensão é a natureza da imagem que representa materiais instrucionais, se ela consiste de gráficos estáticos ou dinâmicos. A segunda dimensão é a forma verbal do material, se ela consiste de escrita ou texto falado.

Os Objetos de Aprendizagem (OA) podem ser entendidos, num sentido amplo, como qualquer objeto que venha contribuir para a melhoria da aprendizagem dos estudantes. Os OA elaborados a partir das novas tecnologias computacionais são construídos para serem utilizados através de micro-computadores e se configuram como recursos digitais que devem ter como característica principal o auxílio no processo ensinar-

¹Nesse contexto multimídia significa “combinação de diversos formatos de apresentação de informações audiovisuais, como textos, imagens, sons, vídeos, animações, etc.” (Dicionário Aurélio).

aprender algum conceito, tendo como elementos essenciais o fato de serem reutilizáveis e estimularem a criatividade e a imaginação do aprendiz.

Pensando nessas potencialidades e nas dificuldades apresentadas pelos estudantes no entendimento de elementos geométricos, desenvolvemos um OA definido como “Geometria: Polígonos e Retas”.

O INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO E O CAMPO DE PESQUISA

A aplicação da pesquisa deu-se em duas turmas do Ensino Médio de duas escolas do município de Campina Grande, PB, uma com 23 alunos (Turma A – escola pública) e outra com 18 alunos (turma B – escola privada).

Para analisar o potencial do Objeto de Aprendizagem “Geometria: polígonos e retas”, na aprendizagem de geometria, aplicamos um pré-exame e um pós-exame, contemplando questões classificadas de acordo com a taxonomia de *Bloom revisada*.

De acordo com Tavares et al (2007), em 1948, na Associação Psicológica Americana, uma série de discussões levaram a Benjamim S. Bloom (BLOOM et al., 1976) e um grupo de educadores a empreender a tarefa de classificar os objetivos educacionais. O trabalho, fruto desse estudo, que ficou conhecido como “A Taxonomia dos Objetivos Educacionais” identificou três domínios educativos: o cognitivo, o emocional e o psicomotor.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Percebemos a grande defasagem da aprendizagem em Geometria. Verificamos, no pré-teste, que das questões referentes ao conhecimento factual (questões 1, 2, 3, 4, 8, 11 e 12) as que apresentaram um índice de acerto muito baixo foram a primeira e oitava. Como sabemos, estas questões referem-se a elementos básicos da geometria e devem servir de âncoras para outros conhecimentos. Assim, se não forem feitas atividades com organizadores prévios, de acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980), as novas informações possivelmente não serão aprendidas significativamente pelos estudantes. É nesse sentido que um Objeto de Aprendizagem é importante. Além de outros fatores que também merecem destaque, os OA se prestam muito bem para essas atividades.

De acordo com Tavares e Santos (2003), os Objetos de Aprendizagem podem se configurar como organizadores prévios, como pontes cognitivas, facilitando a aprendizagem mais específica que se inicia com um entendimento consistente dos conceitos mais inclusivos do tema considerado. Além dos mapas e animações, existem textos com um detalhamento (em princípio sem equações) dos conceitos mais inclusivos, iniciando sempre próximo à experiência concreta, utilizando uma contextualização que evoca a vivência do cotidiano.

Não é possível para o aprendiz alcançar altos níveis de aprendizagem significativa antes que as estruturas cognitivas adequadas sejam construídas, e assim o processo de aprendizagem deve ser interativo ao longo do tempo, para que se possa alcançar o domínio do conhecimento ao nível de um especialista no assunto (NOVAK, 2003).

Os professores podem encorajar a aprendizagem significativa usando tarefas que possam engajar ativamente os estudantes na sua busca por relações entre os seus conhecimentos prévios e as novas informações apresentadas. Tais procedimentos metodológicos podem ser facilitados através de Objetos de Aprendizagem. Para isso, as avaliações devem ser pensadas e formuladas de uma forma tal que possam instigar os jovens a pensar, leve-os a refletir sobre os temas e não apenas exijam respostas prontas, acabadas que não favorecem à aprendizagem.

Quando comparamos os desempenhos das turmas no pré e no pós-teste (Figura 3) vemos claramente os avanços conseguidos a partir da utilização do Objeto de Aprendizagem.

Nos encontros realizados percebemos uma mudança relevante de atitude dos estudantes, uma motivação, um estímulo diferente daquele apresentado nas aulas tradicionais. Sabemos que essa motivação é dada, entre outras coisas, pelo fato do estudo ser realizado num ambiente diferenciado, com recursos tecnológicos computacionais. Porém, entendemos que o fato de apresentarmos a Geometria nesse ambiente configura-se como um dos fatores mais importantes. Outro fato que merece uma avaliação é a importância que o OA pode adquirir para ativar os subsunçores. Ao lidar com o Objeto de Aprendizagem, o aprendiz, até de forma involuntária, traz à tona conhecimentos existentes em sua estrutura cognitiva que servirão de bases para outros temas e que, conforme destacam os autores citados por último, representam um dos pontos essenciais para a ocorrência da aprendizagem significativa.

Fazendo uma análise através dos desvios padrões nas duas testagens (pré e pós-teste) percebemos que na turma da escola pública, temos na avaliação inicial, um desvio padrão de 1,44 (um vírgula quarenta e quatro) e na avaliação final 2,18 (dois vírgula dezoito). O desvio menor no pré-teste indica que as notas, apesar de serem mais baixas estiveram mais concentradas, ou seja, houve uma melhora considerável nos desempenhos, porém as notas no pós-teste apresentaram-se menos concentradas. Esse fato pode ser explicado pela ausência de subsunçores para a maioria dos alunos e também pela pouca habilidade no uso do computador. Já na turma B, escola particular, no pré-teste, tivemos um desvio de 1,95 (um vírgula noventa e cinco) enquanto no pós-teste verificamos 1,88 (um vírgula oitenta e oito). Em termos gerais podemos concluir que na turma da escola pública o “deslocamento” em termos de qualidade, não atingiu toda a turma, por isso a dispersão aumentou. Já para a privada pareceu-nos que os avanços, apesar de menores, foram mais homogêneos. Tanto é que se fizemos uma análise em termos de significância estatística entre as notas do pré e pós-teste de cada turma verificamos um valor-p muito próximo de “zero” na turma A e de 0,008 na turma B. Isto significa um grau de significância altíssimo em ambas as turmas, já que temos um valor-p menor que 0,05.

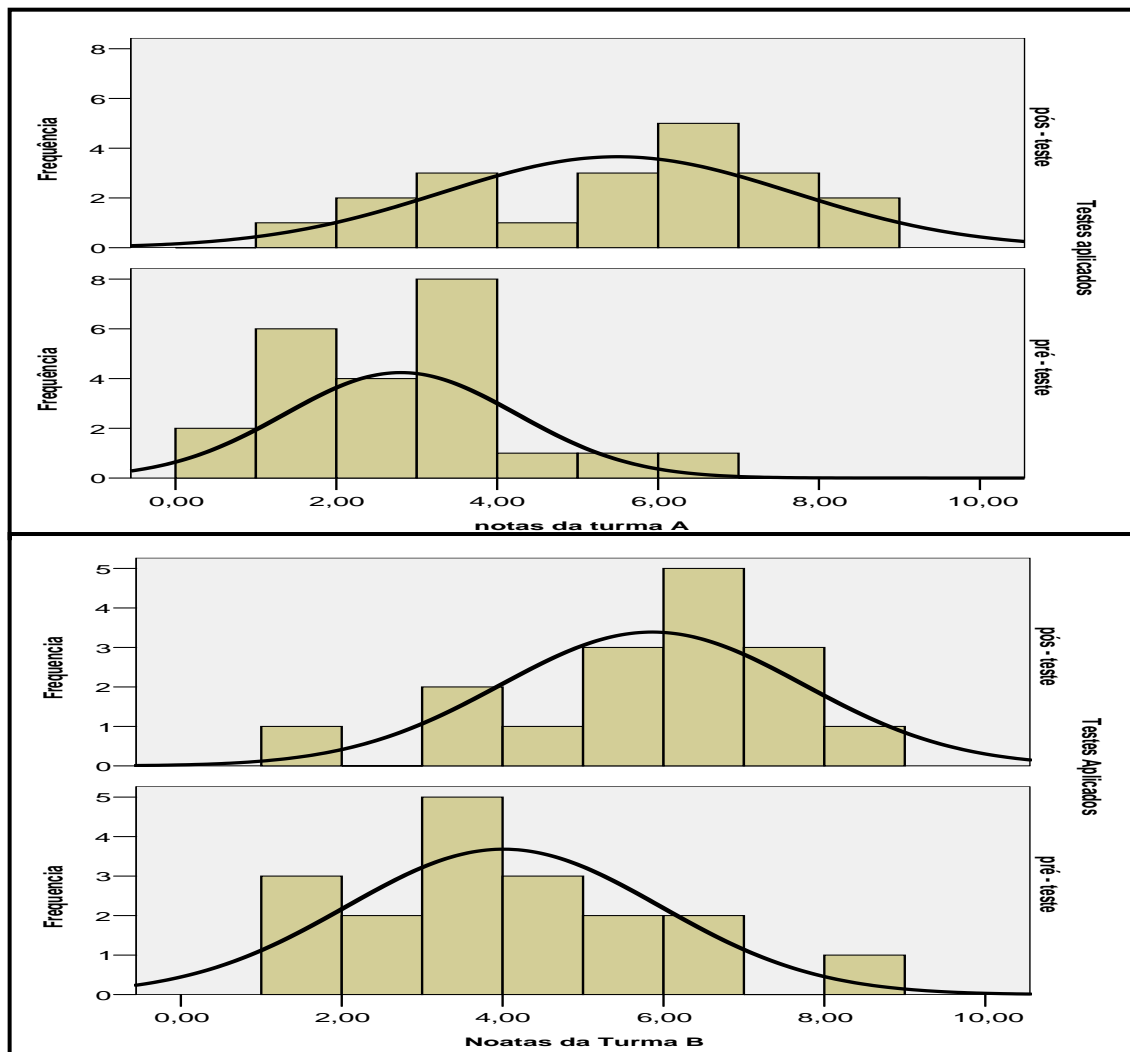


Figura 1 – Histogramas comparativos entre pré e pós-teste das duas turmas

Também verificamos, nos resultados do pós-teste que os desempenhos das turmas apresentam-se mais homogêneos. Isto significa que o OA teve maior influência na turma que apresentou maior defasagem de aprendizagem no pré-teste.

Esses resultados levam-nos a acreditar que a utilização de um OA, se constitui como um diferencial para a aprendizagem. E isso nos remete às considerações expressas por Ausubel, Novak e Hanesian (1980), segundo quem, os elementos primordiais para que ocorra a aprendizagem significativa são: a vontade do estudante em aprender, a existência de conhecimentos prévios em sua estrutura cognitiva e um material com potencialidades significativas. Parece-nos que os OA, se construídos com cuidado e elaborados por uma equipe multidisciplinar, irão atender a estes princípios.

Os Objetos de Aprendizagem podem contribuir para a aprendizagem matemática. Porém para que isso aconteça se faz necessário que haja um planejamento de ações tanto na construção dos objetos como na realização das atividades. O suporte oferecido pelos OA não só ajuda a superação dos obstáculos inerentes ao próprio processo de construção do conhecimento matemático, mas também pode acelerar o processo de apropriação de conhecimento.

REFERÊNCIAS.

ANDERSON, L. W.; et al. A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Longman: New York, 2001.

AUSUBEL, David P., NOVAK, Joseph D. e HANESIAN, Helen. Psicologia Educacional. Tradução de Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana Ltda, 1980.

ATKINSON, Robert Kenneth. Multimedia Learning of Mathematics. Cambridge Handbook of Multimedia Learning. Cambridge University Press (2005).

AZEVEDO, Joanir Gomes de. A Tessitura do Conhecimento em Redes. In: OLIVEIRA, Inês Barbosa de. (org) Pesquisa no /do cotidiano das escolas sobre redes de saberes. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.

BALACHEFF, N., KAPUT, J., Computer based Learning Environments in Mathematics. Editor(s): Bishop, Alan J.; Clements, Ken; Keitel, Christine; Kilpatrick, Jeremy; Laborde, Colette, Dordrecht: Kluwer. 1996, p. 469-501.

BLOOM, Benjamin S.; ENGLEHART, Max. D.; FURST, Edward J.; HILL, Walker H.; KRATHWOHL, David R. Taxonomia de objetivos educacionais. Porto Alegre: Editora Globo, 1976.

BARROS, André Covic Barros, et all. Uso de computadores no ensino fundamental e médio e seus resultados empíricos: uma revisão sistemática da literatura. In: RBIE - Revista Brasileira de Informática na Educação 2008 - Volume 16 - Número 1

BORBA, M. Humans-with-media and mathematical thinking: Orality, writing and technologies of information and communication. Proceedings of 10th International Congress on Mathematical Education - ICME 10, Copenhagen, Denmark, 2004b.

CONWAY, Paul F.; SLOANE, Finbarr C. International Trends in Post-Primary Mathematics Education: Research report commissioned by the National Council for Curriculum and Assessment, 2005.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. Educação Matemática: da teoria à prática. São Paulo, SP: Papyrus, 1996.

GÓMEZ, P. Tecnología y educación Matemática. Revista Informática Educativa. UNIANDÉS – LIDIE. Vol. 10, Nº. 1. p 93-11, 1997.

HOYLES, C; JONES, K. (1998), Proof in Dynamic Geometry Contexts. In: C. Mammana and V. Villani (Eds), Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century. Dordrecht: Kluwer. p.121-128.

JONES, K. Providing a Foundation for Deductive Reasoning: Students' Interpretations when Using Dynamic Geometry Software and their Evolving Mathematical Explanations, Educational Studies in Mathematics 44: 55–85, 2000.

MARRADES R: et al. A Proofs Produced by Secondary School Students Learning Geometry in A Dynamic Computer Environment Educational Studies in Mathematics 44: 55–85, 2000. © 2001 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

MEDINA, Nelkis de la Orden; FILHO, Paulo José de Freitas. Análise da aprendizagem significativa em ambientes de escrita colaborativa apoiada por computador. In: RBIE - Revista Brasileira de Informática na Educação 2007.

MOREIRA, Marco Antônio. A teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula. Brasília: UnB, 2006.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. Congresso de Ensino Superior a Distância, Brasília, 2007.