

Debatendo a Eficiência da Metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas. Uma Proposta de Solução: a transição de metodologias

Debating the Efficiency of Problem Based Learning Methodology. A Proposed Solution: the transition of methodologies

Nelson Pinheiro Coelho de Souza

Universidade Federal do Pará
npcoelho@yahoo.com

José Alexandre da Silva Valente

Universidade Federal do Pará
alexvalt@ufpa.br

Resumo

Neste artigo analisamos o artigo de Kirschner et al. (2006) que explica o fracasso das metodologias nas quais a aprendizagem é minimamente orientada. Em réplica a este artigo alguns pesquisadores da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), discordaram de a ABP ter sido enquadrada como um dos exemplos desse tipo de metodologia e defenderam ser a ABP uma metodologia onde a aprendizagem é parcialmente orientada. Na sua tréplica Kirschner et al. (2006) continuaram a defender a superioridade da aprendizagem completamente orientada mesmo sobre a aprendizagem parcialmente orientada. O objetivo deste artigo é propor uma solução “conciliatória” para este debate que permanece atual. Propomos que para o aluno principiante em um assunto, na medida em que for aumentando o seu nível de expertise, deve ser implementada uma transição gradual da metodologia da aprendizagem completamente orientada para a metodologia da aprendizagem parcialmente orientada da ABP.

Palavras chave: aprendizagem baseada em problemas, memória de trabalho, teoria da carga cognitiva

Abstract

This article examines the article by Kirschner et al. (2006) that explains the failure of methodologies in which learning is minimally guided. In reply to this article some researchers of Problem Based Learning (PBL), disagreed that PBL was framed as one of the examples of this type of methodology and defended that PBL was a methodology where learning is partially oriented. In his rejoinder Kirschner et al. (2006) continued to defend the superiority of completely guided learning even over partially guided oriented. The objective of this paper is to propose a "conciliatory" solution to this debate which remains current. We propose that for a student who is a beginner in a subject, as his level of expertise increases, it should be

implemented a gradual transition from the completely guided learning methodology to the partially guided methodology of PBL.

Key words: problem based learning, working memory, cognitive load theory

Introdução

Lidar com a resolução de problemas é uma prática inerente à vida profissional de um médico. Como as habilidades de diagnosticar e resolver os problemas de saúde de seus pacientes depende da sua capacidade de resolução de problemas, é razoável acreditar-se que a metodologia mais adequada para a Clínica Médica, disciplina que busca aprimorar estas habilidades, seja a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Por esse motivo vemos a metodologia da ABP ter origem no âmbito dos cursos de medicina.

A expansão da ABP

A utilização da ABP, não se confinou à disciplina Clínica Médica, nem se confinou às Escolas de Medicinas onde teve origem. Implementada pela primeira vez em 1969 na universidade de McMaster no Canadá, a ABP expandiu-se nas últimas duas décadas, para cerca de 60 universidades norte-americanas (Kirschner e Sweller, 2006). Esta expansão não se limitou apenas ao nível universitário, mas também se deu no ensino fundamental e médio nos Estados Unidos, e em menor escala, em outros países.

As questões referentes à eficiência da metodologia ABP nos cursos de medicina devem ser respondidas antes que decisões que impliquem na continuação da sua expansão para outras disciplinas e níveis de ensino sejam tomadas.

Neste artigo analisaremos algumas das críticas sofridas pela ABP em artigo publicado em 2006, por Kirschner. Discutiremos também os artigos que foram escritos pelos teóricos da ABP em resposta ao artigo de Kirschner. Este debate permanece atual. Propomos ao final deste artigo uma solução conciliatória no debate entre a ABP e o Ensino Explícito¹ defendido pela Teoria da Carga Cognitiva (TCC).

2006: O artigo de Kirschner e Sweller

Em algumas universidades a metodologia da ABP é utilizada não apenas nos cursos de Clínica Médica, mas também nos cursos de ciências básicas dos cursos de medicina.² Qual o impacto dessa metodologia nos cursos de ciências básicas? Kirschner e Sweller em artigo publicado em 2006 citam a meta-análise realizada por Albanese e Mitchell (1993), uma pesquisa que avaliou 20 anos de estudos sobre a ABP, comparando o ensino que usa a ABP com o ensino médico convencional. Esta meta-análise da eficácia da ABP indicou que as notas nos exames de ciências básicas foram em média menores para os alunos que estudaram através do ABP do que as notas dos alunos do ensino médico convencional. Neste mesmo artigo Kirschner et al. (2006) apresentam outra meta-análise, realizada por Berkson (1993),

¹ Neste artigo a expressão “ensino explícito” tem o seguinte significado: “Ensino Explícito” significa que os professores fornecem modelos claros de como resolver um tipo de problema usando diversos exemplos [...] e que os estudantes recebem um contínuo feedback.” (U.S. Department of Education, 2008, p. XXIII)

² “Existem casos em que todo o currículo de um curso de medicina foi convertido para a ABP. Exemplos incluem a Iowa University, Sherbrook University e a Missouri University” (ALBENESE, 2010)

que apresenta as mesmas conclusões da meta-análise realizada por Albanese no que se refere as notas em ciência básica.

Outros diversos pontos negativos do uso da ABP nos cursos de ciências básicas foram indicados no artigo de Kirschner e Sweller (2006) dos quais destaco o seguinte:

Patel, Groen, and Norman (1993) mostraram que ensinar ciência básica dentro de um contexto clínico tem a desvantagem de que quando o conhecimento científico básico é contextualizado, é difícil separá-lo dos problemas clínicos particulares aos quais foi integrado. Eles mostraram que os estudantes treinados no currículo que utiliza ABP falharam em separar o conhecimento da ciência básica do conhecimento clínico específico associado a determinados pacientes. Embora os estudantes que aprenderam através da ABP tenham produzido explicações mais elaboradas, suas explicações eram menos coerentes e mais cheias de erros que as dos alunos do ensino médico convencional. (KIRSCHNER E SWELLER, 2006, p. 84)

Na prática da ABP o professor é orientado a **não resolver os problemas para os alunos, a não fornecer o conhecimento para os alunos, mas sim oferecer alternativas e sugerir fontes de informação**. É da essência da prática construtivista o professor **reter** informações e pretender que os alunos construam sozinhos o conhecimento. Este tipo de prática construtivista funciona para alunos que são iniciantes na aprendizagem de um novo conhecimento? Clark et al (2012) respondem negativamente a esta pergunta: “Aprender requer a **construção** do conhecimento. Reter a informação não a fornecendo aos alunos **não facilita a construção** do conhecimento” (CLARK, KIRSCHNER e SWELLER, 2012, p. 8).

Clark, Kirschner e Sweller (2012) neste mesmo artigo explicam que o ensino no qual a aprendizagem é completamente dirigida, quando ministrado a alunos principiantes em determinado assunto, é mais eficiente do que uma abordagem construtivista (a abordagem da ABP, por exemplo) em razão das limitações da nossa memória de trabalho³:

Para realmente compreendermos porque a instrução completamente orientada/dirigida é mais efetiva e eficiente que **orientação parcial ou mínima** para novatos, nós precisamos conhecer como o cérebro humano aprende. Existem dois componentes essenciais: A memória de longo prazo e a memória de trabalho (frequentemente chamada de memória de curto prazo). [...] Quando processamos nova informação, a memória de trabalho é muito limitada em duração e capacidade. Nós sabemos desde a década de 50 que quase toda informação armazenada na memória de trabalho é perdida dentro de 30 segundos se não for repetida e que a capacidade da memória de trabalho é limitada a apenas um número muito pequeno de elementos. Este número é comumente estimado em aproximadamente 7 [...] As limitações da memória de trabalho somente se aplicam a informações novas (que ainda não foram armazenadas na memória de longo prazo). Quando se lida com informações previamente aprendidas, armazenadas na memória de longo prazo essas limitações desaparecem. [...] Estes dois fatos – que a memória de trabalho é muito limitada quando lida com informação nova, mas que não é limitada quando lida com informação já armazenada na memória de longo prazo – explicam porque a instrução parcialmente ou minimamente orientada é ineficiente para principiantes, mas pode ser efetiva para experts. (CLARK, KIRSCHNER E SWELLER, 2012, p. 8)

³ A Memória de Trabalho tem não somente a função passiva de armazenamento de informações, mas também a função de controle executivo da cognição e do comportamento. Nela se processa o pensamento consciente.

Para Sweller, em razão das limitações de capacidade e duração da memória de trabalho, toda instrução deve ser explícita e clara. O ensino não explícito, que ocorre na aprendizagem através da resolução de problemas pode sobrecarregar a memória de trabalho comprometendo a aprendizagem.

A Réplica

Dada a importância de Sweller para a Psicologia da Educação⁴, este artigo que publicou com Kirschner et al. em 2006, onde apresentam críticas à abordagem construtivista, extensíveis a ABP, suscitou réplicas de importantes teóricos da ABP. Neste artigo analisaremos apenas uma das críticas dirigidas a Kirschner et al. nos artigos que ofereceram réplicas ao seu artigo de 2006.

Hmelo, um dos mais renomados teóricos da ABP escreveu artigo rebatendo as críticas de Kirschner et al. (2006). Hmelo discorda quando Kirschner et al. (2006) ao apresentar exemplos de Aprendizagem **Minimamente** Guiada (a Aprendizagem por Redescoberta é um dos exemplos), enquadra nesta categoria tanto a Aprendizagem Baseada em Problemas como a Aprendizagem pela Investigação.

Para Hmelo o problema com a linha de pensamento de Kirschner et al. (2006) é que tanto na abordagem da Aprendizagem pela Investigação como na abordagem da Aprendizagem Baseada em Problemas os alunos são muito e não minimamente orientados - são auxiliados passo a passo como que amparados/guiados por um “andaime”.

Ao invés de ser contrária a muitos dos princípios da aprendizagem dirigida discutidos por Sweller, tanto a ABP com a AI (Aprendizagem pela Investigação) empregam o auxílio passo a passo (*scaffolding*⁵) reduzindo assim a **carga cognitiva** e permitindo aos estudantes aprender em domínios complexos. (HMELO, DUNCAN e CHINN, 2007)

Percebe-se no texto acima que Hmelo, não ataca a TCC, pelo contrário até utiliza a expressão “carga cognitiva” quando reconhece a necessidade de que o ensino seja orientado para que a “carga cognitiva” seja reduzida “permitindo aos estudantes aprender em domínios complexos”. Sua insatisfação é com o fato de Sweller ter classificado a Aprendizagem Baseada em Problemas como um tipo de Aprendizagem Minimamente Orientada, igualando-a assim a fracassada e mal vista Aprendizagem pela Descoberta.

A Tréplica

Os autores dos diversos artigos escritos em réplica ao artigo de Sweller discordaram deste a respeito do nível de orientação fornecido aos alunos na ABP. Segundo esses autores, a ABP é muito e não minimamente guiada (como afirma Sweller), empregando inclusive o auxílio passo a passo (*scaffolding*). Sweller em sua tréplica responde:

Hmelo-Silver et al. (2007) também concordam conosco que orientação no ensino é importante [...] Hmelo-Silver et al. (2007) não fazem distinção entre ABP e Aprendizagem por Investigação (AI), mas insistem que ambas são diferentes da Aprendizagem pela Descoberta. Historicamente, a

⁴ Sweller, principal autor da TCC encontra-se em décimo lugar no ranking mundial dos autores com maior produtividade, isto é, com maior número de artigos publicados nas cinco melhores revistas de psicologia educacional do mundo no período de 2003 a 2008, segundo pesquisa publicada em 2009 em artigo da revista *Contemporary Educational Psychology*. (JONES; FONG; DECKER; ROBSON, 2009).

⁵ A palavra “*scaffold*” traduz-se literalmente como “andaime”. Porém a palavra “andaime” (ou *scaffold*) é frequentemente usada em textos de língua inglesa na área de educação como uma metáfora, passando a significar “auxílio passo a passo”. Neste texto, portanto, quando usarmos a palavra *scaffold* ou a sua tradução literal “andaime”, estas terão o significado de “auxílio passo a passo”. A palavra *scaffolding* utilizada neste texto significa “auxiliando o ensino passo a passo”.

Aprendizagem pela Descoberta em sua forma pura foi lentamente descartada e substituída pela "Descoberta Guiada" à medida que o desastre completo da Descoberta pura foi se tornando aparente. Da mesma forma, a mais recente ênfase em *scaffolding* defendida por Hmelo-Silver (2007) e Schmidt (2007) para a ABP e para a AI foi forçada pelas evidências da não efetividade do ABP “puro” e do AI “puro”, sem *scaffolding*. Contudo nós ainda continuamos incapazes de determinar as diferenças entre a Descoberta Guiada e a ABP com *scaffolding* e AI com *scaffolding*. Além disso, embora o *scaffolding*, assim como toda e qualquer orientação para principiantes, seja melhor do que nenhum *scaffolding*, o derradeiro *scaffolding*, o que fornece aos aprendentes **todas** as informações necessárias incluindo a completa solução do problema – ou antes da tarefa ou bem a tempo durante a tarefa – é ainda melhor.

Na seção intitulada O uso de “andaimes”(scaffold) em ABP e AI, Hmelo (2007) descreve uma grande variedade de “andaimes” eficazes. Concordamos que os diferentes “andaimes” utilizados são eficazes quando comparados com o uso de nenhum “andaime”. Contudo, o único “andaime” que eles parecem ignorar é aquele onde se fornece aos aprendentes o problema juntamente com um procedimento de resolução que pode ser usado para gerar a sua solução. (SWELLER, KIRSCHNER e CLARK, 2007)

Sweller, explica que fornecer exemplos resolvidos é o tipo de auxílio que tem maior impacto sobre a aprendizagem. Contudo Sweller observa que o sucesso do **Efeito do Exemplo Resolvido**⁶, comprovado por testes experimentais, é estudadamente ignorado nas réplicas.

Nossa posição: a crença na complementariedade do ensino explícito com a abordagem construtivista da ABP

A crença de que um **menor** nível de **explicitação** contribui para a aprendizagem, decorre, em parte, de um equívoco; Sim, Piaget disse que as crianças devem construir o conhecimento, mas **não** disse que elas devem construí-lo **sozinhas**:

“Possivelmente a suposição mais amplamente aceita sobre aprendizagem é a de que o estudante é o construtor do seu próprio conhecimento. Esta diretriz Piagetiana muitas vezes é mal interpretada como sendo a afirmação de que as crianças devem construir o seu conhecimento mais ou menos sozinhas, no decorrer da resolução colaborativa de um problema. Em termos discursivos, isto significaria que se espera dos estudantes que desenvolvam o discurso matemático enquanto interagem um com outro. Os nossos dados... mostraram a inatingibilidade desta crença também. (SFARD, 2002, p.14)

Quando divorciada de um ensino explícito, não somente a interação com o outro, mas também a interação com a situação pode resultar em uma aprendizagem ineficiente. Pretender que o aluno redescubra os conceitos **apenas** interagindo com as situações é também um equívoco, conforme leciona **Novak**, o maior divulgador da Aprendizagem Significativa:

“Existe uma noção equivocada de que estudos investigativos (inquiry) garantirão a aprendizagem significativa. A realidade é que a não ser que os

⁶ Sweller verificou que na resolução de problemas a busca da solução do problema pode sobrecarregar a memória de trabalho comprometendo a aprendizagem do próprio esquema da solução. Como forma de reduzir a carga cognitiva (esforço mental da memória de trabalho) durante a aprendizagem Sweller conjecturou em 1985 que a aprendizagem a partir de exemplos resolvidos, por não sobrecarregar a memória de trabalho, seria superior a aprendizagem por meio da resolução de problemas. A superioridade da aprendizagem através de exemplos resolvidos tem sido fartamente demonstrada experimentalmente desde 1985. Esta superioridade é denominada de **Efeito do Exemplo Resolvido** e verifica-se apenas para alunos principiantes no estudo de um determinado assunto.

alunos possuam pelo menos uma compreensão conceitual rudimentar do fenômeno que estão investigando, a atividade pode levar a pouco ou nenhum ganho em seu conhecimento relevante e pode ser nada mais do que um trabalho para manter o aluno ocupado. De fato, **o suporte baseado em pesquisas, para a amplamente recomendada aprendizagem através de investigações (inquiry learning) é inexistente**” (NOVAK; CAÑAS, 2006, p. 4)

Ou seja, a assimilação Piagetiana, pilar do construtivismo, só ocorrerá caso os alunos possuam previamente pelo menos uma compreensão conceitual rudimentar do fenômeno que estão investigando.

Da mesma forma, no caso específico dos alunos que aprendem a partir da ABP, não se pode pretender que os mesmos, sem terem os conhecimentos científicos básicos necessários a uma investigação, aprenderão melhor através da investigação. A investigação não orientada é particularmente improdutiva quando, para seu deslinde, requer do aluno conhecimentos sobre convenções arbitrárias. Se estas convenções arbitrárias não forem explicitamente ensinadas ao aluno, este será incapaz de sozinho descobri-las ou construí-las, pois **inexistem bases lógicas** que justifiquem a pretensão de que os alunos possam sozinhos, inferir convenções arbitrárias.

Exigir do professor que não intervenha no processo de aprendizagem – pois, caso contrário, estaria “conduzindo” o aluno e assim impedindo uma “aprendizagem significativa” – é desobrigá-lo de apresentar essas novas maneiras de ver, as quais **não decorrem naturalmente das hipóteses do aluno. São convenções.** (GOTTSCHALK, 2004)

Em razão da forma como o ensino explícito e a abordagem construtivista da ABP estão definidos, é natural imaginar-se que sejam abordagens incompatíveis; O ensino explícito eliminaria a possibilidade do aluno construir seu próprio conhecimento. Contudo a construção do conhecimento pelos alunos, não pode dispensar o ensino explícito eis que grande parte do que se aprende envolve convenções arbitrárias. Por isso entendemos que o ensino explícito, não é incompatível com a abordagem construtivista⁷ da ABP sendo possível e desejável haver uma “mescla gradual” dessas duas abordagens, procedimento este que se detalhará a seguir.

Sugerindo uma transição de metodologias: dos exemplos resolvidos aos exercícios a resolver da ABP

Segundo resultados experimentais obtidos por pesquisadores da TCC a metodologia da aprendizagem baseada no estudo de exemplos resolvidos é, para principiantes em um determinado assunto, superior a aprendizagem baseada na resolução de problemas. Isto ocorre porque para os alunos inexperientes, a aprendizagem baseada na resolução de problemas pode sobrecarregar a limitada capacidade da Memória de Trabalho, comprometendo a aprendizagem .

Contudo foi verificado experimentalmente que a utilização da metodologia dos exemplos resolvidos, inicialmente eficiente quando o aluno ainda não adquiriu *expertise* no assunto, passa a ser contraproducente à medida que o aluno vai adquirindo *expertise*. Verifica-se que à medida que o nível de *expertise* do aluno vai aumentando ele passa a aprender melhor através da resolução de problemas do que através do estudo de exemplos resolvidos.

Isto ocorre porque à medida que os principiantes vão se tornando mais experientes, o efeito de se estudar problemas resolvidos deixa de ser vantajoso e passa a ser redundante (em

⁷ O ensino explícito é incompatível apenas com as práticas calcadas em um construtivismo radical.

relação ao esquema que o aluno já tem armazenado na sua memória), passando a ser mais vantajoso se estudar através da resolução de problemas. Esta reversão foi verificada originalmente por Kalyuga que a denominou de Efeito Reverso da *Expertise* (KALYUGA et al, 2001).

Como para o aluno que adquiriu mais *expertise* a aprendizagem baseada na resolução de problemas passa a ser superior a aprendizagem baseada no estudo de exemplos resolvidos (Efeito Reverso da *Expertise*), os autores da TCC passaram a pesquisar a seguinte metodologia; num primeiro momento os alunos, ainda principiantes, estudam exemplos resolvidos e num momento posterior (quando já adquiriram um maior volume de conhecimentos) passam a aprender resolvendo problemas sozinhos.

Os resultados experimentais destas pesquisas confirmaram que a aprendizagem era mais eficiente sempre que, à medida que o aluno ganhava *expertise* o professor lhe propiciava uma gradual transição entre “estudar exemplos resolvidos” e “resolver problemas sozinhos”.

Em razão da natureza construtivista da filosofia da ABP é natural imaginar-se que a mesma seja incompatível a “abordagem dos exemplos resolvidos”. Contudo em razão do Efeito Reverso da *Expertise*, verifica-se que à medida que o nível de *expertise* do aluno vai aumentando ele passa a aprender melhor através da resolução de problemas do que através do estudo de exemplos resolvidos.

Como o Efeito Reverso da *Expertise* explica o comprovado sucesso da transição da “metodologia dos exemplos resolvidos” para a “metodologia da resolução de exercícios”, pode-se inferir que também em razão deste Efeito, será igualmente benéfico para a aprendizagem uma transição entre metodologias mais amplas; a transição do ensino explícito (aprendizagem completamente orientada) para a ABP (aprendizagem minimamente orientada). Portanto propomos aqui esta transição entre estas duas metodologias mais amplas.

Ou seja, para os alunos principiantes em um assunto, propomos que se utilize a metodologia do ensino explícito com ampla utilização de exemplos resolvidos e à medida que forem ganhando *expertise* passem gradativamente para a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).

Conclusão

O sucesso da prática construtivista onde um professor retém um conhecimento pretendendo com isso levar o aluno a construir o seu conhecimento esbarra em dois obstáculos: Uma limitação cognitiva e uma impossibilidade lógica. As limitações cognitivas são as limitações de capacidade e de duração da memória de trabalho que é o gargalo da aprendizagem. As limitações lógicas decorrem do fato de a maior parte de nosso conhecimento envolver convenções arbitrárias e inexistirem bases lógicas que permitam inferir convenções arbitrárias

Para superar esses dois obstáculos (cognitivo e lógico) sugere-se aqui uma transição de metodologias. Num primeiro momento, para superar as limitações cognitivas e lógicas, sugere-se um ensino explícito que utilize exemplos resolvidos. À medida que o aluno vai ganhando *expertise* o ensino explícito deve gradualmente ir dando vez a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas. Sugerimos também que essa transição de metodologias deva ocorrer tanto em um nível micro (dentro de uma aula ou de um tópico), como em um nível macro utilizando-se, por exemplo, predominantemente o ensino explícito nas disciplinas das séries iniciais (as ciências básicas, por exemplo) e predominantemente a ABP nas séries finais dos cursos de medicina.

Acreditamos que o uso dessa transição de metodologias poderá ter um impacto positivo sobre a aprendizagem possibilitando a ABP realizar plenamente o seu potencial metodológico. Sugerimos que pesquisas experimentais sejam feitas para avaliar o impacto desta prática de transição de metodologias na aprendizagem de conteúdos de ciências em cursos de Medicina.

Referências

- ALBANESE, M. A. Problem Based Learning, in K. N. Hugget; William B. Jeffries, **An Introduction to Medical Teaching**, New York , Springer, cap. 4, 2010, p. 42-52
- ALBANESE, M.; MITCHELL, S. Problem-based learning: A review of the literature on its outcomes and implementation issues. **Academic Medicine**, v.68, 1993, p. 52–81.
- BERKSON, L. Problem-based learning: Have the expectations been met? **Academic Medicine**, v. 68, 1993, p. 79–88.
- CLARK, R; KIRSCHNER, P; SWELLER, J. Putting students on the path to learning: The case for fully guided instruction. **American Educator**, v.36, n.1, 2012, p. 6-11
- DOCHY, F; SEGERS, M; BOSSCHE, P. Effects of problem-based learning: a meta-Analysis **Learning and Instruction**, v.13, 2003, p. 533–568
- GLASS, G. V. Primary, secondary and meta-analysis of research. **Educational Researcher**, v.5, 1976, p. 351-379.
- GOTTSCHALK, Cristiane. A Natureza do conhecimento Matemático sob a Perspectiva de Wittgenstein: algumas implicações educacionais. **Caderno de Historia e Filosofia da Ciencia**, 2004, p. 305-334.
- HMELO-Silver, C. E.; DUNCAN, R. G.; CHINN, C. A. Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). **Educational Psychologist**, v.42, 2007, p. 99–107.
- JONES, S; FONG, C; TORRES, L; YOO, J; DECKER, M; ROBINSON, D. Productivity in educational psychology journals from 2003 to 2008. **Contemporary Educational Psychology**, v 35, n. 1, 2009, p. 11-16.
- KALYUGA, CHANDLER, e SWELLER. Learner experience and efficiency of instructional guidance. **Educational Psychology**, 2001, p. 5-23.
- KIRSCHNER, Paul A.; SWELLER, John. Why minimal guidance during instruction does not work. **Educational Psychologist**, v. 2 , 2006, 75-86.
- NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. **The theory underlying concept maps and how to construct them**, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2006: Disponível em: <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>. Acessado em Maio de 2013.
- SCHMIDT, H. G., LOYENS, S. M. M., VAN GOG, T., & PAAS, F. Problem based learning is compatible with human cognitive architecture: Commentary on Kirschner, Sweller, and Clark (2006). **Educational Psychologist**, v. 42, 91–97, 2007.
- SFARD, A. **Learning mathematics as developing discourse**. Edição: C. Maher, C. Walter (Eds), Proceedings of 21st Conference of PME-NA In R. Speiser. Clearing House for Science, mathematics, and Environmental Education. Columbus: Ohio, 2002, p. 23-44.
- SWELLER, J; KIRSCHNER, P; CLARK, R. Why minimally guided teaching techniques do not work: a reply to commentaries. **Educational Psychologist**, v. 42, p. 115-121, 2007