

ENSINO DE CIÊNCIAS: DIALOGANDO COM DAVID AUSUBEL

Science teaching: dialoging with David Ausubel

Andréia Patrícia Gomes¹ [andreiapgomes@terra.com.br]

Giselle Rôças² [grocas@gmail.com]

Udson Chandler Dias-Coelho¹ [udsoncoelho@gmail.com]

Priscila de Oliveira Cavalcheiro¹ [prisci14@aol.com]

Cristina Angélica Nunes Gonçalves¹ [cris_angelica1@hotmail.com]

Rodrigo Siqueira-Batista^{1,2} [rsiqueirabatista@terra.com.br]

1 - Centro Universitário Serra dos Órgãos - UNIFESO, Curso de Graduação em Medicina, Av. Alberto Torres, 111, Alto, Teresópolis, RJ, Brasil, 25.964-004.

2 - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, Rua Lúcio Tavares, 1405, Nilópolis, RJ, Brasil, 26530-060.

Submetido em 25/03/2009 Aprovado em: 28/09/2009

RESUMO

A educação é um processo sistemático e interativo que tem como propósito elaborar conhecimentos, incorporando-os à sua estrutura cognitiva. Nesse horizonte, insere-se David Ausubel com a teoria da aprendizagem significativa, na qual aprender é mais eficiente quando há interação entre conceitos prévios e o novo conhecimento. No ensino de ciências, a teoria cria a possibilidade de contextualizar os conhecimentos, propiciando aprendizado capaz de tornar o indivíduo ator da sua formação. Desse modo, nesse artigo, propõe-se a reflexão, a partir de uma revisão conceitual dos principais aspectos da Teoria de David Ausubel, sobre a utilização da *aprendizagem significativa* no ensino de ciências.

Palavras-chave: David Ausubel; aprendizagem significativa; ensino de ciências; mapas conceituais; educação.

ABSTRACT

Education is a systematic and interactive process between persons, with the finality of support them to elaborate knowledge, integrating it to theirs cognitive structure. In this concept, David Ausubel contributed with the meaningful learning, in which learn is more efficient when there is interaction between previous concepts and the new subject. In the science teaching it creates the possibility of contextualize the knowledge providing learning able to change the individual into agent of its formation.

Keywords: David Ausubel; meaningful learning; science teaching; conceptual maps; education.

INTRODUÇÃO

A educação é um processo sistemático e interativo que tem como propósito específico ajudar as pessoas a elaborar conhecimentos e significados, incorporando-os à sua estrutura cognitiva e ao patrimônio cultural coletivo (JAEGER, 1995; MCGRIFF, 2000). Trata-se, pois, de uma atividade com grande repercussão na vida individual, mas que, por definição, diz respeito à tessitura da sociedade:

Antes de tudo, a educação não é uma propriedade individual, mas pertence por essência à comunidade. O caráter da comunidade imprime-se em cada um dos seus membros e é no homem, ζων πολιτικου [animal político], muito mais que nos animais, fonte de toda a ação e de todo comportamento. Em nenhuma parte o influxo da comunidade nos seus membros tem maior força que no esforço constante de educar, em conformidade com o seu próprio sentir, cada nova geração. A estrutura de toda a sociedade assenta nas leis e nas normas escritas e não escritas que a unem e unem os seus membros. Toda a educação é assim o resultado da consciência viva de uma norma que rege uma comunidade humana, quer se trate de uma família, de uma classe ou de uma profissão, quer se trate de um agregado mais vasto, como um grupo étnico ou um Estado (JAEGER, 1995: 4).

Os reflexos dessa tensa articulação entre sujeitos e coletividade têm marcante influência no modo como se compreende o processo ensino-aprendizagem, um dos aspectos significativos da educação. De fato, os modos pelos quais esse processo se consubstancia têm sido mote de acirrados debates desde a Antiguidade, evidenciando-se correntes de inspiração tanto racionalista quanto empirista, na dependência do elemento considerado prioritário: a razão/entendimento — como no caso da reminiscência platônica (PLATÃO, 2001; SIQUEIRA-BATISTA e SCHRAMM, 2004) — ou a experiência/sensibilidade — como formulado pela idéia de mente como lousa vazia, em John Locke (HESSEN, 2000; LOCKE, 2000).

Essas vertentes foram habilmente aproveitadas por Immanuel Kant em sua teoria do conhecimento (KANT, 1994), considerada “precursora” dos construtivismos, concepções que enfatizam o papel do sujeito cognoscente (sujeito epistêmico) na “construção” da realidade conhecida (objeto epistêmico)¹. Foi a partir de tais idéias que Jean Piaget compôs as bases do construtivismo (PIAGET, 1975). Em linhas gerais, entende-se que a cognição se baseia em um mecanismo de processamento de informações no qual os símbolos são utilizados como base em combinações. O conhecimento é, portanto, construído a partir da interação entre sujeito e objeto (PIAGET, 2003). No âmbito pedagógico, o professor passa a atuar como um problematizador, colocando o aprendiz em situações nas quais a interação sujeito-objeto possa ocorrer, o que possibilita o educando tornar-se um ser ativo e participativo no seu processo de aprendizagem.

É propriamente nesse horizonte conceitual — o construtivismo — que se inscreve a teoria cognitivista de David Ausubel, a aprendizagem significativa

(AUSUBEL, 1982). Para esse autor, o movimento de aprender é mais eficiente nas ocasiões nas quais o estudante consegue agregar e incorporar ao repertório de conceitos previamente organizados os novos conteúdos, evitando assim que estes sejam armazenados na estrutura cognitiva por meio de associações espúrias (PELIZZARI et al., 2002). Com efeito,

Para haver aprendizagem significativa são necessárias duas condições. Em primeiro lugar, o aluno precisa ter uma disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrária e literalmente, então a aprendizagem será mecânica. Em segundo, o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser lógico e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem. Cada aprendiz faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio (PELIZZARI *et al.*, 2002: 38).

Com base nessas premissas, compreender os referenciais teóricos da aprendizagem significativa — e colocá-los em prática — pode ser essencial para os processos educativos em diferentes níveis, incluindo-se a formação científica. Desse modo, nesse artigo, propõe-se a reflexão, a partir de uma revisão conceitual dos principais aspectos da Teoria de David Ausubel, sobre a utilização da *aprendizagem significativa* no ensino de ciências.

AUSUBEL E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

David Ausubel graduou-se em Psicologia, tendo se destacado nas áreas de psicologia do desenvolvimento, psicologia educacional, psicopatologia e desenvolvimento do ego (AUSUBEL, 2006). Trabalhou durante toda a vida, aposentando-se apenas aos 75 anos (em 1994), ainda que se mantivesse produtivo, pensando e escrevendo até a sua morte.

A maior contribuição de Ausubel consiste, indubitavelmente, na proposição de uma teoria explicativa do processo de aprendizagem humana, embasada nos princípios organizacionais da cognição, valorizando, então, o conhecimento e o entendimento de informações e não meramente o estudo do tipo “decoreba” ou a memorização mecânica (GOMES *et al.*, 2008; MOREIRA, 1988). Tem como pressuposto principal a relação de conteúdos, que vão se agregando de forma hierarquizada e mais complexa de acordo com a ligação a conhecimentos prévios, os chamados *subsúncos*, os quais funcionam como “âncoras”, propiciando tanto a aprendizagem quanto o crescimento cognitivo dos indivíduos (BUSCWEITZ, 2001; HASSAD, 2003; KEARSLEY, 2006; MOREIRA, 1988).

Dessa forma, o processo de construção do conhecimento dá-se de forma individualizada, própria de cada ser e correlacionada com a aprendizagem prévia, que o sujeito carrega em seu repertório cognitivo (BUSCWEITZ, 2001; MICHAEL, 2001). Torna-se claro que a utilização das experiências trazidas por

cada estudante é fundamental para que a ancoragem de conteúdos se dê de forma efetiva e duradoura, consistindo, assim, em aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2006; HASSAD, 2003; KEARSLEY, 2006). É certo, contudo, que, em diversos momentos, faz-se necessária a abordagem de uma outra forma de aprendizagem, a mecânica — por exemplo, no treinamento de procedimentos e rotinas; contudo é límpida a percepção de que a memorização simples, como aquela realizada no momento da aprendizagem mecânica, rapidamente leva à perda dos conhecimentos conquistados (AUSUBEL, 2006).

A assimilação de novas informações através da aprendizagem significativa facilita a aplicação do conhecimento em atividades mais complexas, como, por exemplo, na apreciação de casos clínicos, importantes para os estudos na área de saúde (MICHAEL, 2001). A aprendizagem significativa deve incentivar o estudante a aplicar a informação de forma prática; assim, ela se integra mais facilmente — e de forma mais completa —, sendo valorizada de acordo com seu significado. É possível ajudar nesse processo através da utilização de mapas conceituais, sugeridos por Novak e Gowin (1984), os quais propõem caminhos para a construção e a organização dos conhecimentos. Os mapas conceituais formam uma ponte entre as antigas e as novas informações, ajudando o estudante a organizar o conteúdo como um todo, criando relações em vários níveis de conhecimento. Eles são também úteis para avaliar o conhecimento porque são como representações do processo cognitivo da análise da informação (RENDAS *et al.*, 2006).

Ausubel propõe que a rede de conhecimento se construa através da associação da nova informação a conhecimentos já aprendidos e vivenciados, isto é, a nova informação deve ser incluída em um cabedal de conhecimentos prévios. Após essa relação, consolidada pela agregação aos “subsunçores”, cria-se um novo e/ou mais abrangente conceito. Ao se somar, nesse processo, a experimentação ao estímulo e à interação com o aprendiz, tem-se maior chance de obter uma aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2006; BUSCWEITZ, 2001; HASSAD, 2003; KEARSLEY, 2006).

Aprender significativamente é o principal objetivo, de modo que os padrões dogmáticos são quebrados e a relação professor/aluno se transforma em uma relação mestre/ aprendiz, sem a rigidez de papéis pré-fixados. Há, então, flexibilização da participação dos atores na medida em que o aprendiz é também mestre e vice-versa (AUSUBEL, 2006). Ademais, o professor comporta-se como modelo para os alunos ao incentivá-los ao exercício da aprendizagem significativa (MICHAEL, 2001).

Nesse domínio, a interação entre o novo conhecimento e o já existente faz com que ambos se transformem (MOREIRA, 1988). De fato, o

conhecimento adquirido terá mais valor já que será modificado, integrado e usado não apenas no momento da aprendizagem, mas em futuras situações de ensino (MICHAEL, 2001). Pode-se concluir que essa aprendizagem é idiossincrática, pois se torna particular ao se relacionar com a estrutura de cada indivíduo, instando, simultaneamente, a perspectiva de mudança do indivíduo e a possibilidade de ser mudada (MOREIRA, 1988; AUSUBEL, 2006).

Esse caráter de aprendizagem pode ser reforçado através da experimentação. Uma pesquisa feita com 40 graduandos mostra que as aprendizagens significativas que ocorreram em suas vidas, quer no campo cognitivo, quer no campo de atitudes e/ou habilidades, deram-se, na maior parte das vezes, fora da sala de aula — mais precisamente, a prevalência dos eventos vividos fora da sala de aula foi o dobro dos daqueles em sala de aula (MOREIRA, 1988).

Os meios usados na construção desse conhecimento são variados, merecendo destaque (1) a *diferenciação progressiva* — na qual os conceitos que interagem com os novos conhecimentos e servem de base para atribuição de novos significados vão se modificando em função dessa interação — e (2) a *reconciliação integrativa* — que consiste na construção ou criação de relações entre idéias, conceitos e proposições já estabelecidas na estrutura cognitiva. Esses fenômenos decorrem do processo cujo resultado explícito é o delineamento de diferenças e similaridades entre idéias relacionadas (MOREIRA, 1988).

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E ENSINO DE CIÊNCIAS

Os princípios da aprendizagem significativa trazem inúmeras possibilidades de aplicação na formação profissional em saúde, na engenharia, no ensino de Ciências e de outros saberes (NARDIN *et al.*, 2005; OLIVEIRA E CYRINO, 2006), colaborando para o ganho cognitivo efetivo do estudante e, de fato, para o alcance do verdadeiro ideário do professor/mestre: contribuir para a formação do homem. No âmbito do ensino de Ciências, a aprendizagem significativa cria, para os professores e para os alunos, a possibilidade de contextualização dos conhecimentos científicos, promovendo, assim, um aprendizado mais efetivo, capaz de tornar o indivíduo um sujeito apto a construir sua própria formação.

Seguindo tais premissas, Buchweitz (2001) avaliou, junto a licenciandos de Ciências (Física e Biologia), momentos de aprendizados que haviam sido significativos para eles. Os resultados do estudo indicaram que "(...) as aprendizagens consideradas significativas não foram apenas cognitivas, mas

também de atitudes e de habilidades e caracterizaram-se predominantemente por envolverem a participação ativa do aprendiz” (BUCHWEITZ, 2001, s/p).

Ademais, o autor afirma que tais aprendizados em ciências só puderam ser considerados como significativos por terem representado aquisição de valores, mudança de comportamentos ou contextualização do conhecimento adquirido.

Os *mapas conceituais* são capazes de ajudar no curso da aprendizagem significativa no ensino de ciências, uma vez que são instrumentos que favorecem, para o professor, a identificação, na estrutura cognitiva de seus alunos, dos *subsunçores*, organizadores essenciais para os conhecimentos sobre determinado conceito (NOVAK E GOWIN, 1984). Tais mapas auxiliariam no delineamento das estruturas cognitivas (MOREIRA, 1988). De fato, as mudanças provocadas na estrutura cognitiva dos alunos com o uso de mapas conceituais são evidentes quando se observam os estudos sobre seu rendimento. Na investigação realizada por Rendas e colaboradores (2006), no ensino de saúde (Curso de Fisiopatologia), foi demonstrado que seu uso contribuiu, inclusive, para a eliminação de pontos fracos e inconsistências. É visível, também, o crescimento da complexidade na elaboração dos mapas, com a adição de mais tópicos e criação de maiores inter-relações, levando ao aprofundamento da questão apreendida (KEARSLEY, 2006; MOREIRA, 1988).

Um outro aspecto da utilização de mapas conceituais diz respeito ao favorecimento da atividade docente no momento de distinguir os diferentes tipos de conteúdo necessários a formação do futuro profissional — permitindo que o professor focalize sua atenção e a dos alunos naqueles conhecimentos que devem ser apreendidos —, além do auxílio na identificação dos conhecimentos que propiciam a obtenção desse novo aprendizado. Isso significa que todos os participantes atuarão na construção desse novo conhecimento e na de seus significados. Nesse aspecto, Moreira (1988) afirma que os

Mapas conceituais foram desenvolvidos para promover a aprendizagem significativa. A análise do currículo e o ensino sob uma abordagem ausubeliana, em termos de significados, implicam: 1) identificar a estrutura de significados aceita no contexto da matéria de ensino; 2) identificar os subsunçores (significados) necessários para a aprendizagem significativa da matéria de ensino; 3) identificar os significados preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz; 4) organizar seqüencialmente o conteúdo e selecionar materiais curriculares, usando as idéias de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa como princípios programáticos; 5) ensinar usando organizadores prévios, para fazer pontes entre os significados que o aluno já tem e os que ele precisaria ter para aprender significativamente a matéria de ensino, bem como para o estabelecimento de relações

explícitas entre o novo conhecimento e aquele já existente e adequado para dar significados aos novos materiais de aprendizagem (MOREIRA, 1988: 8).

Com base nessas formulações, compreende-se que os mapas conceituais se adequam bem ao ensino de Ciências uma vez que permitem, tanto ao professor quanto ao aluno, identificar a hierarquia dos seus conhecimentos e contextualizá-los. Isso só é possível por ser uma técnica flexível e de fácil aplicação, podendo ser utilizada em diferentes etapas da aprendizagem, com finalidades diversas (MOREIRA E BUCHWEITZ, 1993). Entretanto, ainda que a validade dos mapas conceituais seja amplamente reconhecida — tanto na melhoria da capacidade de articulação das idéias, quanto no desenvolvimento do trabalho em grupo —, estes não devem ser considerados como instrumentos únicos do ensino de ciências — ou ainda, como metodologia exclusiva da aprendizagem significativa — cabendo, sempre, a (re)discussão sobre os diferentes modos de tornar significativo o que se aprende.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aprendizagem significativa tem se mostrado um elemento pedagógico importante, devendo ser considerada no processo de educação científica, na medida em que permite a docentes e discentes a revisão e a (re)pactuação da relação existente entre ambos. Tal perspectiva favorece uma participação mais ativa, sendo a construção de conhecimentos a meta final a ser alcançada.

Com o intuito de atender às premissas da aprendizagem significativa, podem-se empregar os mapas conceituais — meios instrucionais dinâmicos e flexíveis, utilizados tanto na análise quanto na organização dos conteúdos —, os quais passam a ser instrumentos que favorecem a associação e a inter-relação entre os antigos e os novos conceitos. O professor tem a possibilidade, então, de avaliar o grau de entendimento e as concepções dos estudantes de forma mais hierarquizada, agregando mais valor aos conhecimentos adquiridos em função das estratégias de ensino utilizadas.

Nota:

¹ Na *Crítica da Razão Pura*, Immanuel Kant formula uma teoria do conhecimento que busca, em última análise, compor os impasses existentes entre o *empirismo* e o *racionalismo*. A primeira parte da obra, A Estética Transcendental, trata da participação das formas puras da *sensibilidade* — intuições de *espaço* e *tempo* — no processo de conhecer. A segunda seção, a Analítica Transcendental, avalia a contribuição dos conceitos puros do *entendimento* — as *categorias* — para o conhecimento, além de investigar, nas páginas relativas à *unidade sintética de apercepção* e ao *esquematismo* da razão pura, como o engendramento da sensibilidade com

o entendimento se compõem para fornecer a experiência cognitiva. Desse modo, para o filósofo, aquilo que é cognoscível não é o real — a coisa-em-si (*Ding an sich*) —, mas sempre este em relação ao sujeito cognoscente, constituindo-se, assim, o mundo dos *fenômenos*, os objetos do conhecimento. Quanto à coisa-em-si mesma (o real), o *númeno*, é inacessível ao conhecer. Assim, pode-se apresentar o *cerne* da epistemologia kantiana como a síntese de três pressupostos: (1) a *coisa-em-si* (númeno) é incognoscível; (2) o conhecimento humano está limitado ao mundo fenomênico; e (3) o mundo fenomênico surge na consciência humana a partir da ordenação do material "sensível" segundo as formas *a priori* da intuição e do entendimento. Para aprofundamento dessas questões, ver KANT, Immanuel. Crítica da razão pura. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1994.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D.P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

_____. **Biografia**. Disponível em: <www.davidausubel.org>. Acesso em: 04 dez. 2006.

BUCHWEITZ, B. Aprendizagem significativa: idéias de estudantes concluintes do ensino superior. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 6, n.2, 2001. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol6/n2/v6_n2_a2.htm>. Acesso em: 02 abr. 2006.

GOMES, A. P.; DIAS COELHO, U. C.; CAVALHEIRO, P. O.; GONÇALVES, C. A. N.; RÔÇAS, G.; SIQUEIRA-BATISTA, R. A educação médica entre mapas e âncoras: a Aprendizagem Significativa de David Ausubel, em busca da arca perdida. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 32, n. 1, p. 56-59, 2008.

HASSAD, J. Backup of meaningful learning model. **Dear Habermas Current Issue**, v. 17, n. 3, week of june 30, 2003.

HESSSEN, J. **Teoria do conhecimento**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

JAEGER, W. **Paidéia**: a formação do homem grego. São Paulo: Martins Fontes, 1995.

KANT, I. **Crítica da razão pura**. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1994.

KEARSLEY, G. **Subsumtion theory (D. Ausubel)**. Disponível em: <<http://tip.psychology.org/ausubel.html>>. Acesso em: 11 out. 2006.

LOCKE, J. Ensaio acerca do entendimento humano. **Os pensadores**. São Paulo: Nova Cultural, 2000.

MCGRIFF, S. J. **A position paper and concept map: Philosophy of Education**, 2000. Disponível em: <www.personal.psu.edu/sjm256/>. Acesso em: 10 dez. 2006.

MICHAEL, J. In pursuit of meaningful learning. **Advances in Physiology Education**, v. 25, p. 145-158, 2001.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. (Texto Adaptado e atualizado, em 1997, de um trabalho com o mesmo título publicado em O Ensino), **Revista Galaico Portuguesa de Sócio-pedagogia e Sócio-linguística**, Pontevedra/Galícia/Espanha e Braga/Portugal, n 23 a 28, p. 87-95, 1988.

_____; BUCHWEITZ, B. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o vê epistemológico**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1993.

NARDIN, C. S; SALGADO, T.D.M; DEL PINO, J.C. Análise de uma proposta de ensino de reações químicas entre compostos inorgânicos referenciada em mecanismos de reação. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., Bauru. **Atas do V ENPEC**. São Paulo, 2005.

NOVAK, J. D; GOWIN, D. B. **Learning how to learn**. New York and Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

OLIVEIRA, R.A.; CYRINO, M.C.C.T. A compreensão de duas professoras de Matemática sobre o modo como seus alunos aprendem. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3., Águas de Lindóia. **Anais**, 2006. p. 1-14.

PELIZZARI, A. et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Rev. PEC**, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.

PIAGET, J. **A equilibração das estruturas cognitivas. Problema Central do Desenvolvimento**. Rio de Janeiro:Zahar, 1975.

_____. **Seis estudos de Psicologia**. 24 ed. Rio de Janeiro: Forense, 2003.

PLATÃO. Mênon. **Texto estabelecido e anotado por John Burnet**. Trad. Maura Iglesias. Rio de Janeiro: PUC-Rio / Loyola, 2001.

RENDAS, A. B.; FONSECA, M.; PINTO, P. R. Toward meaningful learning in undergraduate medical education using concept maps in a PBL Pathophysiology course. **Advances in Physiology Education**, v. 30, p. 23-29, 2006.

SIQUEIRA-BATISTA, R.; SCHRAMM, F.R. Platão e a medicina. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 619-634, 2004.