

CONSTRUINDO SIGNIFICATIVAMENTE O ENSINO DA CIÊNCIA

SIGNIFICANT BUILDING SCIENCE TEACHING

Leonardo Diego Lins

Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Estadual da Paraíba.
Professor titular da Universidade do Estado da Bahia, Departamento de
Educação/Campus X – DEDC-X, Teixeira de Freitas
E-mail: leodlins@hotmail.com

Francisco Ferreira Dantas Filho

Doutorado em engenharia de Processos – Universidade Federal de
Campina Grande-PB. Atualmente é professor adjunto da Universidade
Estadual da Paraíba, Campina Grande Paraíba, Brasil. Ensina no curso
de Licenciatura Plena em Química –DQ, CCT.
E - mail: dantasquimica@yahoo.com.br.

Resumo: O Ensino de Ciência, de maneira geral, é caracterizado pelo excesso de exercícios repetitivos, problemas resolvidos, utilização de uma sucessão de “fórmulas”, muitas vezes decoradas de forma literal e arbitrária, em detrimento de uma análise mais profunda, visando à compreensão dos fenômenos físicos, químicos e biológicos envolvidos no cotidiano do aluno. Particularmente, há graves problemas no Ensino de Ciência, como a aprendizagem mecânica por parte dos alunos do Ensino Fundamental e Médio. Assim, propõe-se a operacionalização didática dos conteúdos ministrados em Ciência pelo modelo cognitivista ausubeliano, pois é o mais adaptável à concepção de material didático em Ciência, permitindo a exploração de forma hierárquica do universo cognitivo do aprendiz, como também possibilita a manipulação deliberada deste universo para proporcionar uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa, David Ausubel, Ensino de Ciência.

Abstract: The Teaching of Science, in general, is characterized by excessive repetitive exercises, problems solved, using a succession of “formulas”, often decorated literal and arbitrary manner, at the expense of deeper analysis, in order to understand the physical, chemical and biological agents involved in the daily student phenomena. Particularly, there are serious problems in the Teaching of Science as rote learning by the students of the Elementary and Secondary Education. Thus, it is proposed to operationalize the didactic content taught in Science by ausubeliano cognitive model, it is the most adaptable to the design of courseware in science, enabling the exploitation of hierarchical form of the cognitive universe of the learner, but also enables the deliberate manipulation of this universe to provide meaningful learning.

Keywords: Meaningful learning, David Ausubel, Science Teaching.

1 Introdução

Na procura do novo muitos docentes buscam meios para se atualizarem na sua jornada em sala de aula. Para muitos deles, falar de planejamento, de objetivos, de conteúdo e de avaliação em Ciência é considerado utopia educacional; atividades que só funcionam na teoria, mas não na prática. Aparentemente o status de “disciplina difícil” é aceitável pelo docente, pois explica os baixos resultados no rendimento escolar dos alunos, já previsível e que nada se pode fazer.

Tarefa difícil tem sido ensinar Ciência, é bem verdade. As dificuldades intrínsecas somam-se aos problemas causados por uma visão distorcida das disciplinas, que se arrasta desde os primeiros momentos de contato. O problema mais relevante é o incessante desinteresse dos alunos, pois, da forma que vem sendo tratada só visando nota torna-se entediante, uma mesmice, um “*decoreba*”, e, o pior, o aluno não vê aplicação do assunto em seu cotidiano.

Em geral, o Ensino de Ciência ainda caracteriza-se pelo excesso de atenção dada a exercícios repetitivos, problemas resolvidos mecanicamente, pela utilização de uma sucessão de “fórmulas”, muitas vezes decoradas de forma literal e arbitrária, em detrimento de uma análise mais profunda que vise a compreensão dos fenômenos físicos envolvidos, particularmente na área da Física. Esta questão, amplamente discutida em diversos estudos mostra a necessidade de refletirmos sobre esta problemática, na tentativa de buscar soluções que venham se traduzir em novas possibilidades de estratégias para o Ensino de Ciência (MOREIRA; MASINI, 2001).

Devido aos problemas citados anteriormente, encontrados no Ensino de Ciência, acreditamos que a Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel em meados de 1960, no qual procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento, é uma alternativa adequada para a superação de alguns limites do ensino.

Ausubel na sua teoria concentrou-se numa questão que nenhum pesquisador até aquele momento tinha se preocupado, que era a aprendizagem que ocorria na sala de aula, pois acreditava no valor da aprendizagem por descoberta, no qual valorizava a aula do tipo expositiva, que foi o grande foco da sua pesquisa (MOREIRA; MASINI, 2001).

Neste sentido, o maior legado deixado por Ausubel foi justamente o de técnicas e reflexões acerca da aula do tipo “tradicional”, e do tipo de enfoque, o cuidado e trabalho de ideais que um professor deveria ter neste contexto, no sentido de propiciar o melhor aprendizado possível para seus alunos. Uma de suas contribuições foi a distinção das diferenças entre a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica. Em sua teoria existem três requisitos básicos para que ocorra uma aprendizagem significativa por parte do aluno: a oferta de um novo conhecimento estruturado de maneira lógica; a existência de conhecimentos na estrutura cognitiva que

possibilite a sua conexão com o novo conhecimento; e a atitude explícita de apreender e conectar o seu conhecimento com aquilo que pretende absorver (MOREIRA & MASINI, 2001).

Segundo Ausubel (2003), os principais conceitos relativos à aprendizagem se articulam esquematicamente da seguinte forma (Figura 1):

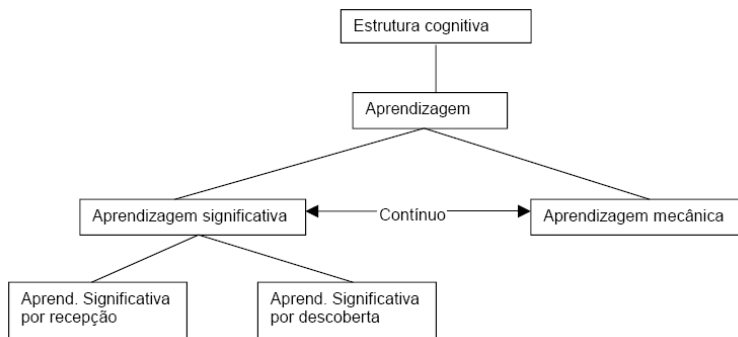


Figura 1. Mapa conceitual da aprendizagem (AUSUBEL, 2003)

2 Metodologia

Este trabalho tratou-se de uma pesquisa de cunho teórico-exploratório que objetivou construir estratégias para introduzir o modelo Ausubeliano de aprendizagem como modelador no Ensino de Ciência, para o Ensino Fundamental. Foram realizados estudos bibliográficos sistemáticos para caracterizar os conceitos fundamentais presentes no domínio da Ciência em contextos diversos de abordagem epistemológica, bem como o estudo detalhado das principais características do modelo ausubeliano de aprendizagem.

Em seguida, os estudos concentraram-se na exploração conceitual e na utilização da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, para organizar os conceitos dentro de um modelo cognitivo. Foi buscada uma engenharia didática em que os conteúdos do domínio da Ciência foram organizados a partir dos seguintes parâmetros: subsunçores, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

3 Aplicação Conceitual

A estrutura cognitiva para Ausubel é o conteúdo total e organizado de ideias de um dado indivíduo; ou, no contexto da aprendizagem de certos assuntos, refere-se ao conteúdo e à organização de suas ideias naquela área particular de conhecimento (AUSUBEL 1979, ano apud FARIA, 1989), como por exemplo, no Ensino de Ciência. Ou seja, a ênfase que se dá é na aquisição, armazenamento e organização das ideias no cérebro do indivíduo. Com isso, podemos perceber que, para Ausubel, a estrutura cognitiva de cada indivíduo é extremamente organizada e hierarquizada, no sentido

que as várias ideias se encadeiam de acordo com a relação que se estabelece entre elas. Além disso, é nesta estrutura que se ancoram e se reordenam novos conceitos e ideias que o indivíduo vai progressivamente internalizando, isto é, aprendendo.

Para David Ausubel (MOREIRA; MASINI, 2001), a aprendizagem consiste na modificação da estrutura cognitiva, através da incorporação de novas ideias a ela. Dependendo do tipo de relação que se tem entre as ideias já existentes, denominadas de “conhecimentos prévios”, nesta estrutura, e as novas que se estão internalizando pode ocorrer um aprendizado que varia do mecânico ao significativo.

Com isso, a aprendizagem significativa tem lugar quando as novas ideias vão se relacionando de forma não-arbitrária e substantiva com as ideias já existentes. Por “não-arbitrariedade” entende-se que existe uma relação lógica e explícita entre a nova ideia e alguma(s) outra(s) já existente(s) na estrutura cognitiva do indivíduo. Assim, por exemplo, entender o conceito do dinamômetro só será de fato significativo para o indivíduo, se de alguma forma houver uma clara relação entre este e o conceito de força.

Além de não ser arbitrária, a aprendizagem para ser significativa precisa ser também substantiva, ou seja, uma vez aprendido determinado conteúdo o indivíduo conseguirá explicá-lo com as suas próprias palavras. Assim, um mesmo conceito pode ser expresso em linguagem sinônima e transmitir o mesmo significado (ARAGÃO, 1976).

Como exemplo, quando o aluno aprende significativamente que o conceito de peso é diferente do conceito de massa, isto é, que a massa é a quantidade de matéria de um objeto, pois é uma característica intrínseca do corpo, e que peso de um corpo é a força de atração gravitacional entre ele e a Terra, que imprime ao mesmo tempo uma aceleração da gravidade “g”, ele deverá ser capaz de expressar isso de diversas formas. Como: “que independentemente do planeta, por exemplo, um astronauta tem sua massa constante e o que varia é o seu peso, devido à aceleração da gravidade ser diferente em planetas distintos”, “ao ir a uma farmácia o aluno ao subir em uma balança observa a sua massa e não o seu peso” ou “que a unidade de massa é em quilograma (kg) e a unidade do peso é em Newton ($\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2 = \text{N}$)”. A “substantividade” do aprendizado significa, então, que o aluno apreendeu o sentido, o significado daquilo que se ensinou, de modo a poder expressar com as mais diversas palavras e sentidos.

Para Ausubel (2003) o objetivo maior do ensino acadêmico é que todas as ideias sejam aprendidas de forma significativa. Isso porque é somente deste jeito que estas novas ideias serão “armazenadas” por bastante tempo e de maneira estável. Além disso, a aprendizagem significativa permite ao aluno o uso do novo conceito de forma inédita, independentemente do contexto em que este conteúdo foi primeiramente aprendido.

Como podemos observar, então, não podemos falar de aprendizagem significativa sem comentar o estilo mecânico de aprender, pois é o oposto e está muito presente em nossas escolas. Neste caso, as novas ideias

não se relacionam de forma lógica e clara com nenhuma ideia já existente na estrutura cognitiva do sujeito, são simplesmente “decoradas”. Desta maneira, elas são armazenadas de forma arbitrária, o que não garante flexibilidade no seu uso, nem longevidade. Como consequência, não ocorre a flexibilidade (o aprendizado não é substantivo), o indivíduo não é capaz de expressar o novo conteúdo com linguagem diferente daquela com que o conteúdo foi primeiramente aprendido. De fato, ele não aprendeu o significado, o sentido do novo conteúdo, mas tão somente decorou a sequência de palavras que o definia. Por conta disso, ele será incapaz de utilizar este conhecimento em contexto diferente daquele no qual fora primeiramente apresentado. No exemplo dado acima – do peso e da massa - o indivíduo será incapaz de fazer a relação entre o peso e a massa, ou mesmo com o fato de que o peso varia de localidade devido à aceleração da gravidade.

Contudo, é importante ratificar que, apesar de Ausubel, em sua teoria de aprendizagem, ter enfatizado a soberania da aprendizagem significativa, ele compreendia que no processo de ensino-aprendizagem existem circunstâncias em que a aprendizagem mecânica era inevitável. No ensino de História da Ciência, por exemplo, conhecer e entender os eventos que se sucederam no surgimento e desenvolvimento da Ciência, muitas vezes, necessita saber os nomes dos principais filósofos e as diversas datas que serviram de subsunçores para a Física, Química e a Biologia que conhecemos hoje, e isto é tipicamente um aprendizado mecânico (MOREIRA; MASINI 2001)

3.1 Fatores Substantivos da Facilitação Pedagógica

Os fatores substantivos da facilitação pedagógica, como o próprio nome diz, são aqueles fatores que facilitam a ação pedagógica e estão relacionados com a seleção dos temas mais relevantes que serão trabalhados com os alunos. Frente a isso, é importante selecionar as ideias básicas para não sobrecarregar o aluno com informações desnecessárias, dificultando a aquisição de uma estrutura cognitiva adequada (MOREIRA ET AL., 2001).

Ausubel (2003) defende que a aprendizagem por subordinação é mais fácil para o ser humano do que a por superordenação, ou seja, os conceitos devem ser sempre estudados a partir de ideias mais gerais para as mais específicas. Por conseguinte, o que se propõe é que se ofereça ao aluno preferencialmente os conceitos ditos mais inclusivos, isto é, os mais amplos, aos quais os conceitos mais restritos, quando forem trabalhados, poderão se ligar de maneira subordinada. Quando a aprendizagem se dá por subordinação, os conceitos âncoras necessários para propiciar a aprendizagem significativa são denominados de subsunçores.

Neste sentido, cabe frisar, como já dito, a seleção dos aspectos mais relevantes de um determinado conteúdo em Ciência deve privilegiar os conceitos/ideias mais gerais, que poderão servir como âncora para futuras aprendizagens. Se for feita de outra forma, optando-se por conceitos mais

específicos, pode acontecer que eles não sejam potencialmente significativos para os alunos, uma vez que estariam faltando ideias de esteio mais relevantes, que estão justamente associadas com os conceitos mais amplos/inclusivos.

Como princípios programáticos para a sequenciação do conteúdo de ensino, Ausubel propõe a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

3.2 Diferenciação Progressiva

A diferenciação progressiva corresponde exatamente ao princípio segundo o qual as ideias mais gerais e inclusivas são apresentadas antes, criando as condições necessárias para a posterior diferenciação das mesmas, conformando uma tendência natural da consciência humana quando exposta a um campo de conhecimento inteiramente novo. Esta defesa Ausubel (2003) justifica através de dois motivos: (i) *É mais fácil para o ser humano compreender os aspectos diferenciados de um todo (mais inclusivo) previamente aprendido, [...] do que formular o todo mais inclusivo a partir das suas partes diferenciadas previamente aprendidas* (AUSUBEL, 2003 apud FARIA, 1989, p. 28). Em outras palavras, generalizar a partir de conceitos mais específicos é mais difícil do que aprender conceitos particulares a partir de um mais geral; (ii) Este tipo de hierarquia é a que acontece na mente de cada pessoa, segundo o autor: *a ideias mais gerais/inclusivas ocupam o topo da estrutura cognitiva, e têm subordinadas a si ideias progressivamente mais específicas/menos inclusivas* (Ibidem).

3.3 Reconciliação Integrativa

A reconciliação integrativa, por sua vez, trata do modo como Ausubel também descreve as relações, buscando apontar similaridades e diferenças entre ideias com vistas a contornar discrepâncias reais ou imaginárias (MOREIRA; MASINI, 2001). Isto é, gradualmente os conceitos vão se especializando e, concomitantemente, estabelecendo relações que produzem significados que configuram uma situação típica de aprendizagem significativa. Assim, Faria (1989) define a reconciliação integrativa como basicamente o delineamento explícito das relações entre as ideias, da capacidade de reconhecer semelhanças e diferenças relevantes entre as mesmas e de reconciliar inconsistências reais e aparentes.

No trabalho pedagógico, a reconciliação integrativa deve acontecer em dois contextos: na preparação do material instrucional e no relacionamento das ideias nele contidas com a estrutura cognitiva do aluno. Na preparação e no uso do material instrucional, alguns cuidados devem ser tomados como, por exemplo:

- evitar que o uso de palavras distintas para representar conceitos equivalentes gere confusão no aluno, motivando-o a aprender de forma mecânica.

Usando o caso da própria teoria ausubeliana, se os termos subsunçor, ideia âncora, ideia de esteio, ideia relevante, ideia mais inclusiva, ideia mais geral e ideia mais ampla não forem devidamente esclarecidos, pode-se acreditar que se referem a conceitos distintos, quando, na verdade, são sinônimos.

- na apresentação dos vários tópicos constitutivos de um mesmo material devem-se explicitar eventuais relações existentes entre eles, visto que parte da aprendizagem só será de fato conseguida caso estas relações sejam percebidas.

Já no que diz respeito ao relacionamento das novas ideias apresentadas e aquelas já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, alguns cuidados seriam:

- evidenciar eventuais diferenças entre as ideias já estabelecidas e aquelas que se estão aprendendo, a fim de que, caso haja alguma analogia entre elas, isso não leve os alunos a reduzirem uma à outra ou a confundirem ambas.

- esclarecer eventuais contradições (aparentes ou reais) entre os conceitos que estão sendo aprendidos e aqueles que já se sabe. Caso isso não seja feito, pode acontecer de o aluno recusar o novo aprendizado ou de retê-lo como algo isolado do anterior. Assim, pode-se recusar o princípio da diferenciação progressiva por se alegar (corretamente) que é impraticável apresentar o conceito mais abrangente de polígonos antes do conceito menos abrangente de triângulo, por exemplo. No entanto, se este princípio for analisado dentro do conjunto limitado dos conceitos relativos a uma disciplina, a eventual contradição desaparece.

3.4 Organizadores Prévios

Seguindo todas as etapas previstas anteriormente na seleção, a sequência e a preparação dos conteúdos mais pertinentes, clareza e estabilidade das ideias necessárias de esteio para se trabalhar significativamente este novo material, propõe-se uma fase seguinte, que seria a da preparação dos organizadores prévios, em função destes fatores mencionados. Segundo Ausubel (2003), organizadores prévios são materiais introdutórios destinados a facilitar a aprendizagem de tópicos específicos ou conjunto de ideias consistentemente relacionadas entre si.

A finalidade de um organizador prévio é prover ideias de esteio ou evidenciá-las na estrutura cognitiva do aluno, de modo a potencializar ao estudante uma aprendizagem significativa. Portanto, não deve ser confundido com introdução ou resumo, uma vez que sua função não é (somente) fornecer uma visão geral sobre o que se vai estudar ou apontar os pontos principais do conteúdo em questão. A função do organizador prévio é potencializar a criação de relações não-arbitrárias e substantivas entre os novos conceitos e as ideias que lhes servirão de âncora na estrutura cognitiva do aluno, através da “inserção” ou da explicitação destas ideias.

Com isso Moreira (1997) afirma que a vantagem [do organizador prévio] é permitir ao aluno o aproveitamento das características de um

subsunçor, ou seja: i) identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância deste conteúdo para a aprendizagem do novo material; ii) dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes; e iii) prover elementos organizacionais inclusivos, que levem em consideração eficiência e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material.

4 Considerações Finais

Este trabalho teve como objetivo desenvolver estudos que concentram-se na exploração conceitual e na utilização da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel para organizar os conceitos dentro de um modelo cognitivo. Trata-se de compatibilizar de forma pedagógica os conceitos modelados às características e às necessidades de aprendizagem dos alunos, levando em conta os níveis de ensino em questão. Para tanto, buscamos entender o cognitivismo ausubeliano de forma finalística, ou seja, dentro de um contexto específico de ação voltado para alcançar um objetivo. Visando analisar os processos cognitivos implicados na organização dos conteúdos, compreendendo estes aspectos como sendo constituídos de modos operatórios, de sequências de ação, de sucessões de busca e de tratamento de informações, além de criação de etapas e desenvolvimento temporal das atividades a serem propostas e as estratégias a serem utilizadas.

5 Referências

- AUSUBEL, D., NOVAK, J., & HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view** (2nd Ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston, 1979.
- AUSUBEL, David. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune & Stratton, 1963.
- _____. In defense of advance organizers: a reply to the critics. **Review of Educational Research**, 48, 251-257, 1978.
- _____. **Aquisição e retenção do conhecimento: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Editora Plátano, 2003.
- ARAGÃO, R. M. R. Teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel. Tese de Doutorado, Campinas, 1976.
- BRASIL. **Diretrizes curriculares de ciências para a educação básica**. Secretaria de Educação do Paraná. Curitiba: 2006.
- FARIA, W. de. **Aprendizagem e planejamento de ensino**. SP: Ática, 1989.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.
- _____. **Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas**. **Rev. Bras. Ens. Fis.** v. 22 n.1 2000.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente**. In: MOREIRA, M. A.; CABALLERO, M. C.; RODRÍGUEZ, M. L. (Org.)

Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, 2. **Actas...** Universidad de Burgos, 1997. p.19-44.

MOREIRA, M. A. & GRECA, I. M. Cambio conceptual: analysis crítico propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. **Ciência & Educação**, 9(2): 301-315. 2003

MOREIRA, M. A. & Masini, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo, Moraes, 1982.

NOVAK, J. D. ; Mintzes, J J e Wandersee, J H. **Ensinando ciência para a compreensão**. Plátano Lisboa: 2000.

_____. **Aprender, criar e utilizar o conhecimento**: mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas. Lisboa: Plátano Universitária, 2000.

SOUZA, C. M. S. G. **A Resolução de problemas e o ensino de física**: uma análise psicológica. Tese de Doutorado. Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília. 2001.