

**O LIVRO DIDÁTICO E AS REPRESENTAÇÕES MENTAIS DE BIOQUÍMICA E
BIOFÍSICA EM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**
(The textbooks and students' mental representations in biochemistry and biophysics at
secondary education)

Karen Cavalcanti Tauceda [ktauceda@terra.com.br]
Vladimir Magdaleno Nunes [vladinunes@terra.com.br]
Colégio Estadual Júlio de Castilhos
Praça Piratini s/n, Santana, Porto Alegre, RS
José Cláudio Del Pino [delpinojc@yahoo.com.br]
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Avenida Bento Gonçalves, 9500
Agronomia, Porto Alegre / RS

Resumo

Este trabalho propõe uma reflexão acerca da construção da aprendizagem significativa, em um referencial teórico de Ausubel, no ensino de ciências, particularmente em bioquímica e biofísica no ensino médio da disciplina de biologia. Esta reflexão nos leva a um olhar mais criterioso com relação à dinâmica desenvolvida em sala de aula na construção de conceitos (como por exemplo, a utilização do livro didático) e a possibilidade de uma aprendizagem significativa. A metodologia utilizada baseou-se nas concepções da psicologia cognitiva e no estudo de representações mentais, que neste caso são desenvolvidas pelos alunos na forma de desenhos (representações pictóricas), em um enfoque de Johnson-Laird. Os resultados indicam que as figuras do livro didático, influenciam a construção de modelos mentais em uma aprendizagem significativa em biologia.

Palavras-chave: livro didático; representação mental; Biologia no ensino médio; aprendizagem significativa.

Abstract

This paper proposes a reflection on the construction of meaningful learning, in a theoretical framework by Ausubel, in the teaching of science, particularly biochemistry and biophysics in secondary education in the subject of biology. Such reflection leads us to a more critical view concerning the dynamics developed in the classroom in the construction of concepts (such as, for example, the use of the textbook) and the possibility of meaningful learning. The methodology applied was based on cognitive psychology conceptions and on mental representation study, which in this case are developed by students in the form of drawings (pictorial representations) in an approach by Johnson-Laird. The results show that the figures in the textbook influence the construction of mental models in meaningful learning in biology.

Keywords: textbook; mental representations; biology in secondary education; meaningful learning.

Introdução

Estudos na área de psicologia cognitiva confirmam que as pessoas não apreendem o mundo diretamente, e sim a partir de representações deste mundo construídas em suas mentes (Moreira, 2006). Esta afirmação conduz a um entendimento de que os alunos não são acumuladores de informação transmitida pelo professor, mas sim construtores ativos de seu conhecimento. As informações novas que o aluno recebe, interagem com seu conhecimento prévio, e o resultado desta interação são os novos significados, isto é, a aprendizagem significativa (Greca, 2005). Os conhecimentos adquiridos em uma aprendizagem significativa são uma interpretação, uma

representação mental do mundo, e apresentam aspectos que indicam relações e contexto entre os diferentes conceitos que o compõem (Ausubel, 1982).

Os estudos das representações mentais permitem uma melhor compreensão dos processos de construção, evolução e mudança destas representações, direcionando a prática pedagógica para facilitar o aprendizado significativo em ciências (Moreira, et al., 2002).

Outra questão importante sobre representação mental diz respeito a sua própria definição. Como afirmar alguma coisa sobre algo que está na mente? Como indaga Markman (1999), o mundo representado está fora ou dentro da mente? Ou seria uma combinação das duas possibilidades? Para a psicologia cognitiva, o mundo representado está dentro da mente; portanto, para decidir sobre o que é representação mental, deve-se procurar razões psicologicamente coerentes. Já as representações externas são uma maneira de expressar o pensamento humano. Podem constituir-se de uma representação simbólica (linguística) ou de uma representação pictórica (desenho) (Moreira, 2002).

Conforme Johnson-Laird (1983, 1987), as representações são importantes nos processos de cognição. Diante da impossibilidade de apreender o mundo (a realidade) diretamente, a mente humana então a representa. Em estudos sobre representações e particularmente modelos mentais, este autor sugere que as pessoas raciocinam com modelos mentais. Modelos mentais são como blocos de construção cognitivos que podem ser combinados e recombinações conforme necessário; representam e captam a essência (analógica) de um objeto, conceito ou situação (Hampson e Morris, 1996). Johnson-Laird (1983) afirma que os modelos mentais podem ser construídos a partir da percepção ou do discurso. São constituídos por muitas proposições (regras) articuladas ou podem forma-se essencialmente por imagens, ou ainda uma combinação de proposições e imagens.

Interagindo com o meio, a pessoa modifica seu modelo mental a fim de alcançar e manter sua funcionalidade, portanto os modelos mentais evoluem naturalmente (Moreira e Lagreca, 1998). Esta recursividade, característica fundamental da moderna teoria dos modelos mentais (Johnson-Laird, 1983; Moreira, 1996), tem a capacidade de auto-correção de modelos não funcionais. Um modelo errôneo pode levar a conclusões erradas. Porém quando o modelo é funcional e explicativo pode levar a modelos mais complexos (Moreira, 1996). Um modelo mental, funcional para quem o produz, é resultado de uma aprendizagem significativa, porém, ele pode não estar de acordo com os conhecimentos científicos. Portanto, a análise da construção do conhecimento na escola, sob este enfoque torna-se importante, visto que esta abordagem tem respondido a questões relevantes sobre os processos cognitivos dos alunos na construção significativa dos conhecimentos científicos.

Interação do conhecimento como meta da aprendizagem

É importante relacionar as representações mentais, internas e externas. Quanto mais se relaciona o novo conteúdo (representação externa) de maneira substancial e não arbitrária, com algum aspecto da estrutura cognitiva prévia que lhe for relevante (representação interna), mais próximo se está da aprendizagem significativa. Quanto menos se estabelece esse tipo de relação, mais próximo se está da aprendizagem mecânica ou repetitiva. De acordo com a teoria de Ausubel (1976), há três vantagens essenciais da aprendizagem significativa em relação à aprendizagem memorística. Em primeiro lugar, o conhecimento que se adquire de maneira significativa, é retido e lembrado por mais tempo. Em segundo lugar, aumenta a capacidade de aprender outros conteúdos de uma maneira mais fácil, mesmo se a informação original for esquecida. Por último, uma vez esquecida, a aprendizagem significativa facilita a aprendizagem seguinte, ou a “reaprendizagem”. A explicação dessas vantagens está nos processos específicos por meio dos quais se produz a aprendizagem significativa; constituem uma interação entre a estrutura cognitiva prévia do aluno e

o conteúdo da aprendizagem. Essa interação traduz-se em um processo de modificação mútua, tanto da estrutura cognitiva inicial, como do conteúdo que é preciso aprender, constituindo o núcleo da aprendizagem significativa. Por isso, Ausubel (1982) afirma que, para que não ocorra uma simples memorização dos conceitos científicos (conhecimentos sem capacidade explicativa, preditiva e funcional), estes devem ser apresentados de uma forma inacabada, provocando no aluno a necessidade de interpretá-los, descobri-los e então representá-los.

A representação, seja interna ou externa, é a forma com que tentamos compreender o mundo. Segundo Hamilton (1973), o processo de elaboração de ilustrações (representações externas) para divulgação científica, contidas no livro didático (LD), deve ser orientado por três fatores principais: o conteúdo da informação que será transmitida (o que); o público ao qual a informação se destina (para quem); e o meio de comunicação a ser utilizado (como). A informação é definida pelo cientista, professor ou especialista de conteúdo, que tem pressupostos baseados não apenas no seu próprio conhecimento sobre o assunto, mas também sobre o tipo de informação adequada ao seu grupo-alvo. Além disso, os enfoques atribuídos à aprendizagem e ao papel da visualização no processo pedagógico constituem elementos fundamentais, que determinarão qual ênfase será dada à ilustração no contexto do material educativo.

O livro didático é tema de muitas pesquisas, sendo um recurso pedagógico muito frequente nas aulas de ciências e biologia. Pretto (1985) analisou livros de ciências naturais do ensino fundamental, evidenciando a necessidade de atividades de formação continuada, que favoreçam a busca da autonomia e do pensamento crítico do professor. Os livros analisados remetem ao comportamento autoritário, elitista e etnocêntrico, pois conforme Franco Junior (1988), as ciências são apresentadas de forma descontextualizada e compartimentalizada.

Muitas vezes o professor se apega a um livro texto único, repetindo o que nele está escrito por não ter domínio de conteúdo (Franco Júnior, 1988). Suas escolhas metodológicas são o reflexo de sua formação. Assim, o LD passa a ser visto como um objeto simbólico, inserido em um contexto histórico social que afeta suas condições de produção. Influencia os sentidos que atuam sobre ele e seus conceitos apresentados, reproduzidos, e na melhor das hipóteses, reconstruídos (Giraldi & Souza, 2006).

Segundo Bernuy, et al. (apud Silva, 2002), as imagens encontradas nos livros didáticos não são apenas ilustrações sujeitas a textos escritos, mas fazem parte da estrutura do texto. Os autores também constataam o uso crescente de imagens com um progressivo aumento de sua variedade e complexidade.

As figuras do livro didático: uma reflexão

É comum a utilização do LD pelos professores de biologia como o principal recurso pedagógico em sala de aula. Esta realidade é motivo de reflexão, como por exemplo:

1. Qual a influência das figuras do LD de biologia, no processo de aprendizagem de conceitos biológicos abstratos (fotossíntese e membrana plasmática)?

2. Qual a metodologia adequada para trabalhar com representações do conhecimento do tipo pictórico (figuras, desenhos), que existem no LD de biologia?

A análise das representações mentais como metodologia de pesquisa

Este estudo foi realizado durante os meses de março a dezembro de 2010, em uma escola pertencente à rede estadual de ensino, o Centro Tecnológico Parobé, situado em Porto Alegre, RS.

Foram pesquisadas quatro turmas do 1º ano do ensino médio (na disciplina de biologia) com aproximadamente 35 alunos por turma, na faixa etária de 13 a 16 anos. As turmas foram divididas em: grupo 1, utilizaram o LD; e grupo 2, não fizeram uso dele. O livro utilizado pelos alunos intitula-se “Biologia” (Amabis & Martho, 2004).

De acordo com a psicologia cognitiva, as representações mentais estão na mente das pessoas. Então, para exteriorizar estas representações, os alunos produziram documentos (representação pictórica, isto é, desenhos) em tarefas instrucionais. Estas tarefas eram proposições relacionadas aos conceitos que foram desenvolvidos em sala de aula; no caso das turmas do grupo 1 (com LD), as tarefas instrucionais também relacionava-se com os conhecimentos biológicos contidos nas figuras do livro. A tarefa instrucional é uma questão generativa (produtiva, não factual), isto é, a resposta não poderia ser uma simples repetição de informação não compreendida (Vosniadou, 1994).

1. Tarefa instrucional para o conceito de fotossíntese

Desenhar uma célula autotrófica, indicando o processo de fotossíntese. Indicar a ação da energia luminosa na célula, a origem do oxigênio liberado, a transferência de energia para formar carboidratos (por exemplo), e a função do gás carbônico neste processo. Relacionar a organela no processo de fotossíntese.

2. Tarefa instrucional para o conceito de membrana plasmática

Desenhar uma célula que mostre a membrana plasmática, sua constituição, e o funcionamento, durante os processos de transporte (difusão, osmose, pinocitose, fagocitose) através de sua estrutura.

Foram considerados eventos bioquímicos aqueles relacionados à fotossíntese da célula e à organela envolvida no processo (cloroplasto). São considerados eventos biofísicos aqueles relacionados ao transporte de átomos e moléculas através da membrana plasmática (transporte passivo, osmose), e os eventos relacionados às mudanças de conformação da membrana plasmática (fagocitose e pinocitose).

Os conceitos científicos (fotossíntese e transporte através da membrana plasmática) foram problematizados através de debates (Freire, 1987, 2000), procurando relacionar os eventos de cada fenômeno (fotossíntese e transporte através da membrana) e os fenômenos entre si, para uma posterior representação de uma célula em funcionamento. Os debates também motivaram os alunos para a construção de suas representações mentais. Estas representações estão relacionadas aos conhecimentos destes processos biológicos e suas relações com as organelas (cloroplasto, membrana plasmática), com a célula, e com o meio ambiente. Para tornar o desenho mais explicativo, poderiam ser acrescentadas proposições que os alunos julgassem necessárias.

Uma categorização indutiva (Otero et al., 2002) foi estabelecida, isto é, as categorias surgiram das próprias figuras analisadas, e foram interpretadas e descritas em função do referencial teórico. A metodologia consistiu de um estudo qualitativo dos dados; foram escolhidos quatro desenhos (2 desenhos de fotossíntese e 2 de membrana do grupo sem LD e do grupo com LD), para representar a ocorrência das categorias utilizadas na análise das figuras.

Categorias:

1. Evento inserido na célula

2. Evento fragmentado
3. Fórmulas químicas coerentes com as proposições
4. Organela relacionada à função e à célula

A base conceitual de representação mental é a teoria de modelos mentais de Johnson-Laird (1983, 1987).

A análise da ocorrência das categorias nos desenhos indica a formação ou não de modelos mentais e de uma aprendizagem significativa por parte do aluno, de acordo com os referenciais teóricos desta investigação.

As categorias 1 e 3, e as categorias 2 e 4, foram reunidas em dois grupos: concepções contextuais (1 e 3), e de relação (2 e 4), a fim de ampliar a visão da qualidade do aprendizado.

Em ambos os grupos, com LD (grupo 1) e sem LD (grupo 2), os desenhos foram produzidos após o debate dos conceitos pelo professor.

Resultados

A análise dos desenhos produzidos pelos alunos indicou diferenças no desenvolvimento da aprendizagem significativa (Ausubel, 1976, 1982). Este desenvolvimento refere-se às diferentes realidades de sala de aula com relação à utilização do LD.

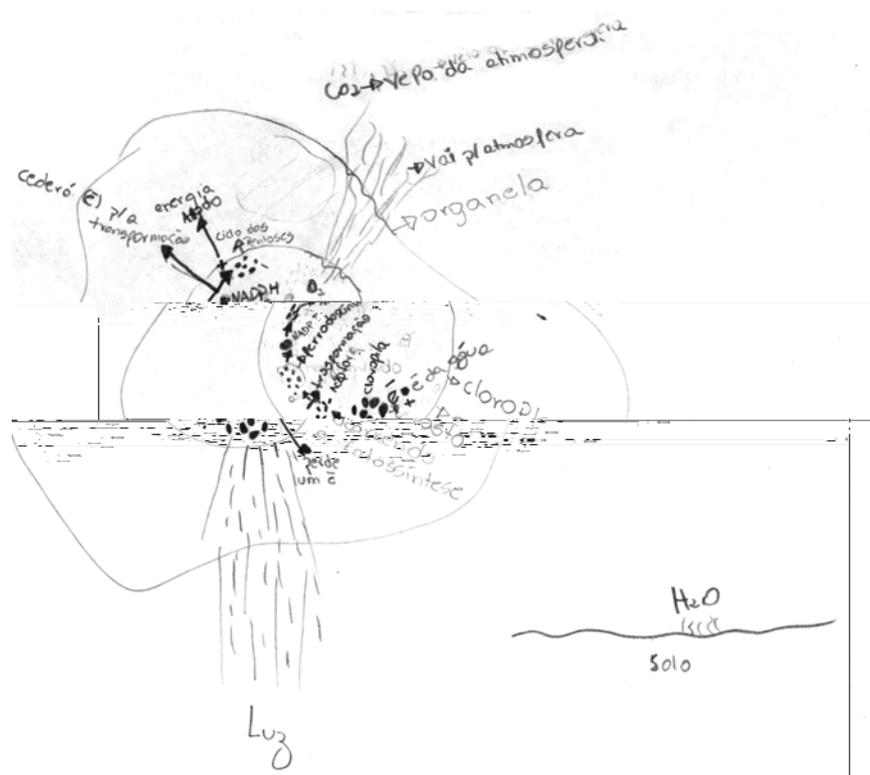


Figura 1. Conceito bioquímico de fotossíntese (sem LD): o processo bioquímico está contextualizado dentro da célula. As reações químicas indicam uma sequência correta e lógica das etapas da fotossíntese, e os elementos químicos estão coerentes com os conceitos trabalhados em sala de aula. A organela está relacionada à célula e ao processo representado. Indica a formação de um modelo mental funcional.

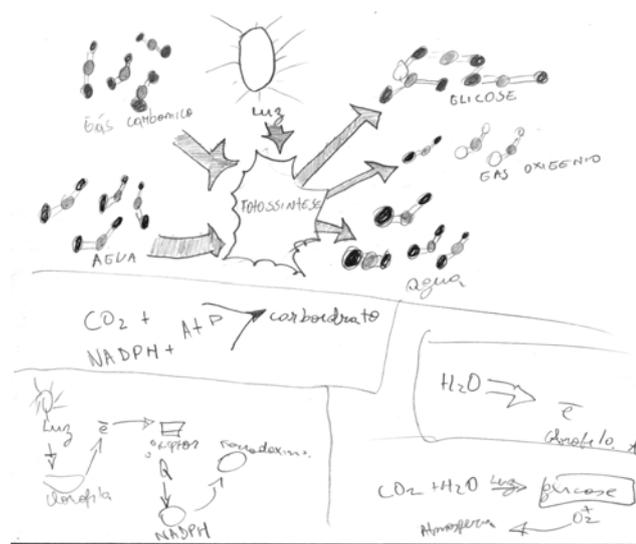


Figura 2. Conceito bioquímico de fotossíntese (com LD): os processos bioquímicos (transferência de elétrons, formação da glicose, liberação de oxigênio para a atmosfera e reposição de elétron pela água - fotólise) estão representados fora de um contexto celular e do cloroplasto. Estes processos analisados individualmente estão corretos. Porém, não fazem sentido quando relacionados à proposição da tarefa instrucional; esta propõe que os eventos da fotossíntese estejam relacionados em uma sequência lógica de reações químicas. As fórmulas químicas utilizadas estão de acordo com o trabalho de sala de aula, porém encontram-se descontextualizadas. O desenho indica uma aprendizagem mecânica.

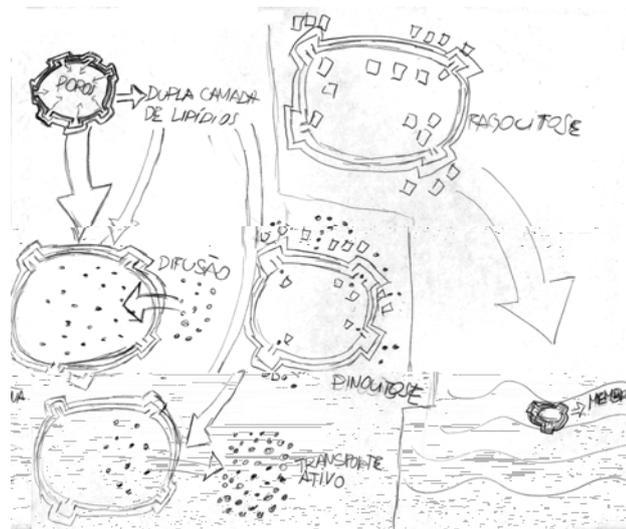


Figura 3. Conceito biofísico de transporte através da membrana plasmática (sem LD): os processos biofísicos de transporte através da membrana (difusão, osmose, fagocitose, pinocitose) ocorrem em um contexto celular. As setas indicam que os diferentes processos se passam em uma única célula, sugerindo continuidade dos eventos. A estrutura da membrana está representada, indicando alguma relação entre seus poros e os processos de transporte de substâncias. Indica a formação de um modelo mental.

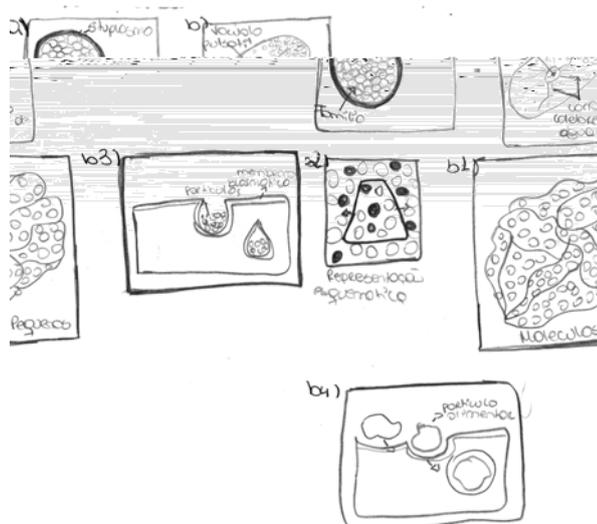


Figura 4. Conceito biofísico de transporte através da membrana plasmática (com LD): os processos biofísicos representados no desenho “b3) pinocitose” e “b4) fagocitose” não estão inseridos na célula. Os outros desenhos não têm relação com a tarefa instrucional, o que indica desenvolvimento da atividade de forma mecânica, sem reflexão dos conceitos trabalhados em aula. Os desenhos também são similares àqueles encontrados no LD. Não existe relação entre os seis desenhos que compõem a representação do aluno. As substâncias químicas estão de acordo com o que foi estudado. A membrana plasmática, na maioria dos casos, não está em seu estado funcional. Os desenhos não formam uma unidade explicativa dos processos biológicos em questão, não indicando a formação de um modelo mental

A aprendizagem significativa na elaboração das representações mentais

As representações contidas no LD influenciaram o processo de construção conceitual da fotossíntese e membrana plasmática na maioria dos desenhos analisados produzidos pelos alunos.

Na comparação dos resultados da aprendizagem (expressa nas representações externas do tipo pictóricas, produzidas para explicar proposições), observa-se que os alunos que não utilizaram as representações do LD, apresentaram melhores resultados do que aqueles que examinaram as figuras do livro; ou seja, seus desenhos evidenciaram uma aprendizagem significativa, formando modelos mentais. A análise das representações dos alunos que utilizaram o LD revela muitas vezes, representações incompreensíveis e não funcionais (ex. fig. 2 e 4).

Ausubel (1982) considera que os indivíduos apresentam uma organização cognitiva interna baseada em conhecimentos de caráter conceitual, e que a sua complexidade depende muito mais das relações que esses conceitos estabelecem, que do número de conceitos presentes. Este autor diferencia a maneira de organizar o processo e a estrutura da aprendizagem, isto é, de que forma o aluno recebe e como interagem os novos conhecimentos (contidos nas ilustrações do LD) com os conhecimentos prévios. Neste estudo foi identificado:

1. A aprendizagem por descoberta, na qual os conceitos que se quer ensinar estão inacabados e o aluno deve interpretar estes conceitos à luz de seus conceitos prévios, redefinindo-os através do processo de construção de suas próprias representações (desenhos). Desta forma ocorre a assimilação do que foi compreendido (como indica as figuras 1 e 3).

2. Aprendizagem do tipo receptiva, onde os conceitos apresentados nas ilustrações do LD têm uma forma final e acabada, o que dificulta a interação dos novos conceitos com os conceitos

prévios dos alunos, como foi indicado pelos desenhos 2 e 4. A pouca compreensão dos conhecimentos novos ficou evidenciada nestes desenhos pela disjunção do que foi pedido na tarefa instrucional e o que foi produzido no desenho e pela desarticulação dos fenômenos representados.

Moreira (2000) avança neste debate, e diz que os dois tipos de aprendizagem sugerem um aprendiz perceptor/representador, isto é, ele percebe (e recebe) o mundo e o representa. O foco de discussão passa a ser a percepção do mundo em função das percepções prévias. Em outras palavras, o perceptor decide como representar em sua mente um objeto ou um estado de coisas do mundo, e toma essa decisão baseado naquilo que suas percepções anteriores indicam ser uma melhor representação do mundo.

Algumas dificuldades na aprendizagem dos conceitos biológicos pelos alunos que utilizaram o LD devem ser discutidas. O aluno, quando tenta interpretar as figuras do livro, não consegue relacioná-las com seus modelos prévios, pois os conceitos científicos contidos nestas figuras estão prontos, definitivos. Outra questão a ser analisada, é que as figuras do LD (e os conceitos científicos representados) podem apresentar uma linguagem (pictórica) muito abstrata, que dificulta a compreensão do aluno. Ele então se apropria daquelas representações que foram apresentadas, decorando-as, memorizando-as, dificultando a construção do novo conhecimento (científico). Portanto, os desenhos produzidos pelos alunos são, na maioria das vezes, o resultado da memorização de estruturas descontextualizadas e fragmentadas, lembrando uma simples repetição sem sentido.

Estudos mostram que a utilização de imagens (desenhos e figuras) facilita o aprendizado e o registro de certos materiais. Supõe-se que estas imagens sejam utilizadas em determinadas circunstâncias, como codificadoras de informação, quando esta é transferida para uma memória de longo prazo em uma aprendizagem significativa (Greca, 2005).

Esta pesquisa indica que a contribuição para o aprendizado, da imagem pronta (de qualquer material pedagógico tais como LD, imagens da internet ou de outras fontes), deveria ocorrer após o processo de construção individual de um modelo mental; caso contrário, surgirá também o obstáculo epistemológico dito imagismo, que significa que a imagem pronta influencia a construção mental de uma imagem por parte do sujeito; isto dificulta o processo criativo na construção do conhecimento científico (Bachelard, 1995).

Deve-se refletir sobre a importância de conhecer os processos cognitivos do aluno, “materializados” através de representações externas (desenhos) e desta forma redirecionar o “fazer pedagógico” (Moreira et al., 2002). A metodologia do LD, com suas representações prontas, não é a forma adequada de conhecer o pensamento do aluno, pois não possibilita o desenvolvimento de estratégias para interagir o conhecimento novo com o conhecimento prévio. Esta interação é fundamental para a aprendizagem significativa na construção de modelos mentais. Esta possibilidade de perceber, interagir e construir seus conceitos através de suas próprias representações é a essência do aprendizado significativo proposto por Ausubel (1982). Caso contrário, esta aprendizagem é considerada memorística. Com relação a esta possibilidade, de perceber e interagir os conhecimentos, Bernuy et al., 1999 (apud Silva, 2002), registraram um aumento na complexidade das estruturas visuais das figuras do LD. Provavelmente este fator dificultou a interação do conhecimento prévio com o conhecimento novo, obstaculizando as construções mentais dos alunos. Greca e Moreira (2002) afirmam que é necessário ir além da detecção das representações mentais. Eles propõem uma reflexão sobre quais fatores influenciam uma determinada construção de conceitos na sala de aula.

As reflexões de Hamilton (1973) sobre as ilustrações científicas sugerem que o professor, ao decidir utilizar o LD, deve pensar sobre os conceitos (não apenas no número, mas nas relações,

principalmente) que as figuras contêm. As figuras que não correspondem aos significados atribuídos pelos alunos, produzirão uma aprendizagem por repetição, mecânica; isto é o contrário da aprendizagem significativa (Ausubel, 1976). O professor deverá condicionar sua prática educativa pelo nível de desenvolvimento dos alunos, ou seja, a soma de sua competência cognitiva e de seus conhecimentos prévios (Pelizzari et al., 2002).

As representações dos conceitos (figuras) apresentadas pelo LD não proporciona alternativa de elaboração destes conhecimentos por parte do aluno, pois estes se encontram prontos, definitivos. Não se evidenciou a possibilidade de intercâmbio entre as representações dos alunos e aquelas do LD. Apesar dos debates promovidos pelo professor acerca dos conceitos de fotossíntese e membrana, com a utilização das figuras do livro (grupo 1), não pareceu que estes tenham contribuído efetivamente para melhorar a compreensão acerca dos novos conhecimentos. Este encaminhamento pedagógico indica uma visão empírica da construção do conhecimento científico (Bastos, 1987). Esta epistemologia tem como pressuposto, que o aluno é uma “tábua rasa” na qual são depositadas informações de maneira arbitrária. Assim, é negada a reformulação crítica dos conceitos apresentados, isto é, suas representações mentais do mundo (Moreira et al., 2002). Freire (2000) denomina esta forma de ensinar como uma “pedagogia bancária”. Os conhecimentos são depositados na mente dos alunos, impossibilitando uma educação dialógica, fundamental na pedagogia de Freire.

O repasse do LD para os alunos é uma tradição escolar e docente no Brasil. Todo o conhecimento (representações mentais) já está estruturado e finalizado, revelando uma visão cartesiana da ciência, ou seja, existe uma realidade e esta é válida para todos. Esta forma de compreender o ensino de ciências é uma prática didática de transmissão de conceitos científicos

conhecimentos contidos nas figuras do LD) pode ser importante na construção de uma aprendizagem significativa.

Ao longo da história, as formas de representação do conhecimento biológico variaram, tanto em função do desenvolvimento da pesquisa científica, quanto das próprias técnicas de representação visual. Deve-se compreender esta dinâmica e construir um conhecimento que auxilie na tomada de decisões. Estas decisões dizem respeito: às formas de representação das estruturas biológicas (Morato et al., 1998), às linguagens visuais, e às estratégias pedagógicas que estimulem e facilitem o processo de aprendizagem dos alunos.

Considerações finais

O LD é um dos principais recursos didáticos utilizados pelo professor do ensino médio no Brasil. Consequentemente é necessária uma análise significativa deste material, não somente dos textos, mas também das suas imagens, pois essa forma de linguagem se faz cada vez mais presente.

De acordo com Santos (2000), as imagens, assim como os textos escritos, são construídas, e remetem os sentidos a determinadas condições de produção. A sua leitura surge da articulação com outras imagens que não se fazem presentes explicitamente, mas que constituem o processo de produção do pensamento.

Este estudo indica maior dificuldade na construção dos conceitos e de criatividade no grupo de alunos que trabalhou com as figuras do livro, indicando uma tendência para não formar modelos mentais explicativos e funcionais para resolverem as tarefas instrucionais. Os alunos que produziram imagens sem a utilização do livro apresentaram propostas mais diversificadas para resolver os problemas (exemplo nas relações que aparecem entre os elementos e as funções celulares contextualizadas das fig. 1 e 3), indicando a formação de modelos mentais em uma aprendizagem significativa.

O pensamento contextualizado e com relações entre os conceitos, que caracteriza a aprendizagem significativa Ausubel (1982), e consequentemente, a elaboração de modelos mentais explicativos (Johnson-Laird, 1983) ficou mais evidente nos desenhos que não foram construídos com a influência das imagens prontas oferecidas pelo livro.

O livro didático é uma importante e frequente ferramenta pedagógica. Cabe ao professor refletir sobre suas práticas, particularmente em relação ao uso do LD e suas conseqüências no processo de ensino-aprendizagem.

Referências

Amabis, J. M. & Martho, G. R. (2004). *Biologia*. 2ª ed. São Paulo: Ed. Moderna.

Ausubel, D. P. (1976). *Psicologia educativa: um ponto de vista cognoscitivo*. México: Editorial Trillas.

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

Bachelard, G. (1995). *A epistemologia*. Rio de Janeiro: Edições 70.

Bastos, F. (1987). *Panorama das idéias estéticas do ocidente*. Brasília: EDUnB.

- Franco Júnior, C. (1988). Os livros e a gravidade: uma queda pouco didática. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, 70(165), 224-242.
- Freire, P. (1987). *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz & Terra.
- Freire, P. (2000). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz & Terra.
- Giraldi, P. M. & Souza, S. C. (2006). O funcionamento de analogias em textos didáticos de biologia: questões de linguagem. *Ciência & Ensino*, 1(1), 1-9.
- Greca, I. M. & Moreira, M. A. (2002). Além da detecção de modelos mentais dos estudantes: uma proposta representacional integradora. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(1), 31-57.
- Greca, I. M. (2005). *Representaciones mentales*. Tese (Doutorado - Programa Internacional de Doctorado em Enseñanza de las Ciencias) - Universidade de Burgos. Espanha: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.
- Hamilton, E. A. (1973). Scientific illustration for the general public. In: EM WALTERHERDEG (Org.). *The artist in the service of science* (pp. 58-77). Zurique: The Graphic Press.
- Hampson, P. J. & Morris, P. E. (1996). *Understanding cognition*. Cambridge: Blackwell Publishers.
- Izquierdo, I. (2002). *Memória*. Porto Alegre: Artmed,
- Johnson-Laird, P. (1983). *Mental models*. Cambridge: Cambridge University Press,
- Johnson-Laird, P. (1987). Modelos mentais em ciência cognitiva. In: NORMAN D. (Org.). *Perspectivas de la ciencia cognitiva* (pp. 179-230). Barcelona: Paidós.
- Markman, S. (1999). *Knowledge representation*. NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Martins, I. & Gouvêa, G. (2005). Analisando aspectos da leitura de imagens em livros didáticos de ciências por estudantes do ensino fundamental no Brasil. *Enseñanza de las Ciencias*, Volume Extra, 1-3.
- Maturana, H. & Varela, F. (1995). *A Árvore do conhecimento*. Campinas: Editorial Psy.
- Morato, M. A.; Struchiner, M.; Bordoni, E. & Ricciardi, R. M. V. (1998). Representação visual de estruturas biológicas em materiais de ensino. *Hist. Cienc. Saúde - Manguinhos*, 5(2), 415- 433.
- Moreira, M. A. (1996). Modelos mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(3), 193-232.
- Moreira, M. A.; Greca, I. M. & Palmero, M. L. R. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza & aprendizaje de las ciencias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(3), 36-56.
- Moreira, M. A. (2000). Aprendizagem significativa crítica. In: *Atas do III Encontro Aprendizagem Significativa*, 33-45, Lisboa.
- Moreira, M. A. (2006). Dificuldade dos alunos na aprendizagem da lei de Gauss em nível de física geral à luz da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 28(3), 353-360.
- Moreira, M. A. & Lagreca, M. C. B. (1998). Representações mentais em alunos de mecânica clássica: três casos. *Investigações em Ensino de Ciências*, 3(2), 83-106.

Otero, M. R.; Moreira, M. A. & Greca, I. M. (2002). El uso de imágenes en textos de física para la enseñanza secundaria y universitaria. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(2), 127-154.

Pelizzari, A.; Kriegel, M. L.; Baron, M. P.; Finck, N. T. L. & Dorosinski, S. I. (2002). Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. *Rev. PEC*, 2(1), 41-42.

Pretto, N. D. L. (1985). *A ciência nos livros didáticos*. Campinas: Editora da Unicamp. .

Santos, A. (2000). Desconstruindo a didática. In: *23ª Reunião Anual da Anped*, GT/04, Caxambu.

Silva, H. C. (2002). *Discursos escolares sobre gravitação Newtoniana: textos e imagens na física do ensino médio*. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação: Universidade Estadual de Campinas.

Vosniadou, S. Capturing and modeling the process of conceptual change. (1994). In:_____. *Learning and Instruction* (pp. 45-69), v. 4.

Recebido em: 17.01.2011

Aceito em: 21.03.2011