

NÍVEIS DE CONHECIMENTO NECESSÁRIOS PARA ALCANÇAR UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: RELAÇÕES HÍDRICAS NAS CÉLULAS VEGETAIS

LEVEL OF NECESSARY KNOWLEDGES TO REACH A SIGNIFIANT LEARNING: HYDRIC RELATIONS IN THE VEGETABLE CELLS

Maria Aparecida Eva Cancian¹, Rita Frenedo², Julio César Ribeiro³,
Marlene Alves Dias⁴, Laura Marisa Carnielo Calejon⁵, Juliano Schimiguel⁶

¹UNICSUL/CCBS, canciane@yahoo.com.br

²UNICSUL/CCBS, ritafrenedo@yahoo.com.br

³UNICSUL/CCBS, julio.ribeiro@unicsul.br

⁴UNICSUL/CETEC, alvesdias@ig.com.br

⁵UNICSUL/CECAN, lcalejon@ig.com.br

⁶UNICSUL/CETEC, juliano.schimiguel@unicsul.br

Resumo

Neste trabalho, tratamos de forma sucinta o referencial teórico da presente pesquisa sobre aprendizagem significativa de David Ausubel e os três níveis de conhecimento esperados dos estudantes segundo a definição de Aline Robert. Em seguida, apresentamos a metodologia da pesquisa, assim como a grade de análise construída para avaliar como são tratados estes três níveis de conhecimento para o estudo das relações hídricas nas células vegetais. Posteriormente, coloca-se essa grade em funcionamento. E, finalmente, consideram-se exemplos sobre a análise dos livros didáticos e alguns resultados e conclusões que se obtém através dessa análise.

Palavras-chave: flexibilidade cognitiva, células vegetais, aprendizagem significativa, níveis de conhecimento.

Abstract

In this work, we treat of the suscint form the theoric referencial of the research actual about significant learning of David Ausubel and the three levels of waiting knowledge of the students according to Aline Robert. In following, we present the methodology of research, as well as the grade of analyse would be constructed to evaluate as they are treated theses three levels of knowledge to the study of the hydric relations in the vegetable cells. Later, put the grade in functioning. And, finally, consider examples about the analysis of didactics books and some conclusions that put thought this analysis.

Keywords: cognitive flexibility, vegetals cells, significative apprenticeship, knowledge levels.

INTRODUÇÃO

Esse trabalho é uma parte da pesquisa desenvolvida por um grupo multidisciplinar (biologia, física, matemática, psicologia e informática) preocupado com as dificuldades encontradas no processo ensino aprendizagem das ciências.

Sabe-se que a deficiência do ensino em todos os níveis escolares apresenta várias causas, mas pretende-se analisar aqui, apenas aquelas relativas ao ensino das relações hídricas nas células vegetais, tanto do ponto de vista do professor quanto do aluno.

Com essa análise, pretende-se encontrar novos meios de reflexão que possibilitem uma melhora na qualidade do ensino aprendizagem de biologia. Para isto, uma primeira reflexão é compreender quais competências, habilidades e atitudes, espera-se desenvolver nos estudantes do ensino de ciências, em particular, de biologia.

Pode-se considerar as competências abaixo relacionadas, como de caráter geral para os estudantes dos cursos de ciências (biologia, matemática e física) do ensino superior e médio.

- Capacitar o estudante para aplicar os processos da ciência às situações cotidianas;
- Capacitar o estudante, através da aprendizagem da ciência, para tratar através da aplicação dos seus conhecimentos os problemas do mundo que o cerca;
- Fazer com que o estudante articule seus conhecimentos científicos com a tecnologia.

Entre as competências específicas para a disciplina de biologia aquelas que permitem avançar em termos de conhecimentos mobilizável e disponível são as seguintes:

- Conhecer as diferentes estruturas celulares;
- Interpretar conceitos científicos;
- Conhecer e compreender fenômenos biológicos.

A disciplina de biologia deve permitir ainda, que o estudante desenvolva as seguintes habilidades:

- Organizar e sistematizar seu estudo;
- Acompanhar a evolução do pensamento científico;
- Ler e interpretar corretamente um texto ou problema relativo a um determinado domínio da biologia;
- Reconhecer as hipóteses de um problema teórico ou prático, identificando corretamente o que se está procurando. Saber aplicar estratégias de resolução de problemas desenvolvidas na disciplina e ser capaz de fazer um julgamento crítico sobre o resultado obtido;
- Redigir uma solução de um problema ou de uma prática segundo um desenvolvimento lógico, claro e completo, em um português conveniente, empregando corretamente o vocabulário e as notações utilizadas para o domínio que está sendo estudado;
- Estabelecer as relações entre os conhecimentos biológicos desenvolvidos no curso e as outras disciplinas;
- Estabelecer relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Essas habilidades permitirão aos estudantes um trabalho autônomo em torno dos níveis mobilizável e disponível. Além disso, espera-se que o curso conduza o estudante às seguintes atitudes:

- Desenvolvimento de sua criatividade e curiosidade intelectual;
- Responsabilidade em relação ao seu próprio processo de aprendizagem;
- Desenvolvimento de sua capacidade de colaborar com o outro e de trabalhar em equipe;
- Desenvolvimento de um rigor intelectual e sua preocupação em ser claro, preciso, ordenado e sistemático.
- Aceitamento em ser confrontado com problemas onde a pesquisa das soluções exija tempo e energia.

Essas atitudes ultrapassam o aspecto da simples aplicação dos conhecimentos, exigindo uma responsabilidade de organização do trabalho pessoal considerando seu próprio desenvolvimento e de seus pares.

Após compreender o perfil do estudante que se deseja formar, escolheu-se trabalhar inicialmente com conteúdos específicos e no caso particular desse trabalho, com a biologia.

Pretende-se fazer um estudo mais detalhado do ensino e da aprendizagem de relações hídricas nas células vegetais, para compreender melhor como trabalhar esta noção nas diferentes etapas da escolaridade, de forma a desenvolver no estudante uma flexibilidade que permita que o mesmo seja capaz de resolver problemas tanto em nível mobilizável quanto disponível.

Certamente, ao elaborar-se um planejamento, deve-se ter claras as questões acima levantadas para que se possa fazer uma boa seleção das noções associadas a um determinado conteúdo, selecionando entre elas quais devem ser aprofundadas e/ou direcionadas para as necessidades de interesse da escola, da comunidade ou de um determinado curso. Não se pode trabalhar uma determinada noção da mesma forma, não importando qual o contexto em que se encontra.

Verifica-se que existem poucos trabalhos nesse sentido e que, tanto no ensino médio quanto no ensino superior, os estudantes tem grandes dificuldades, pois muitas vezes não dispõem das competências e habilidades necessárias para o seu desenvolvimento escolar e profissional. Muitas dessas dificuldades estão associadas a não mobilização dos conhecimentos de ciências e matemática adquiridos no ensino fundamental. Isso conduz o estudante a uma situação de desinteresse difícil de ser ultrapassada, uma vez que, a falta de conhecimentos mobilizáveis tende a aumentar no decorrer das diferentes etapas da escolaridade.

Observa-se também que os professores, em geral, possuem poucas alternativas de trabalho, pois não refletiram sobre esse aspecto e não compreendem porque os estudantes não são capazes de resolver determinadas tarefas se já estão em uma determinada etapa escolar e, portanto, já deveriam dominar determinadas noções, não apresentando dificuldades em mobilizá-las quando necessário.

Essa situação se reflete na qualidade de ensino de biologia no ensino médio e superior. Sendo assim, se escolhe trabalhar a questão da flexibilidade cognitiva, analisando quais as condições necessárias para que o estudante possa articular de forma autônoma, sendo capaz de resolver os problemas que se colocam em sua vida escolar e profissional relacionados a noção de relações hídricas nas células vegetais, a qual é fundamental para compreensão de vários processos das ciências naturais, devendo ser facilmente mobilizada nos diferentes temas relacionados ao ensino aprendizagem de biologia das diversas áreas do conhecimento que a ela estão relacionadas.

“Flexibilidade cognitiva: Funções mentais permitindo mudança de estratégia ou de passagem de uma disposição mental a uma outra, particularmente, no domínio da resolução de problemas”.

Disponível em: <<http://www.med.univ-rennes1.fr/iidris/cache/fr/23/2377>>, acesso em 07/03/2005

A flexibilidade cognitiva relaciona-se com elementos ou processos psicológicos encontrados em investigações sobre criatividade tais como: vínculo do cognitivo com o afetivo como elemento essencial da regulação do comportamento pela personalidade; a criatividade está associada a diversos indicadores tais como a flexibilidade, a elaboração cognitiva personalizada, a capacidade de autodeterminação.

Considerando as abordagens mencionadas e a importância da flexibilidade cognitiva para o desenvolvimento dos estudantes, inicia-se este trabalho com o seguinte questionamento:

- 1) Quais os conhecimentos de citologia necessários para compreender o processo das relações hídricas nas células vegetais no ensino de biologia?
- 2) Sobre que níveis de conhecimento fundamental essas necessidades: técnicos, mobilizáveis e disponíveis (segundo A. Robert)?
- 3) Em que sistema de tarefas e práticas podemos desenvolver esses três níveis de conhecimento?

- 4) Como estão sendo trabalhados institucionalmente esses diferentes níveis de conhecimento no ensino médio?

Na tentativa de responder esse questionamento, foi analisado o funcionamento institucional dos três níveis de conhecimento conforme definição proposta por Robert (1997). Desta forma, pretende-se neste trabalho, transportar uma ferramenta de análise didática criada para avaliar os diferentes níveis de conhecimento esperados dos estudantes em matemática para o estudo dos mesmos níveis de conhecimento em biologia. Essa análise institucional foi feita através da pesquisa de um conjunto de livros didáticos com proposta para o ensino médio.

REFERENCIAL TEÓRICO DA PESQUISA

Para tratar as questões levantadas acima, propõe-se trabalhar a questão da aprendizagem segundo a noção de aprendizagem significativa de Ausubel (apud, 1982) e abordar mais especificamente, as questões associadas aos conteúdos de biologia considerando os três níveis de conhecimento esperados dos estudantes segundo definição de Robert (1997), por tratar-se de uma análise mais global onde se pode abordar os diferentes domínios em jogo, as necessidades de representações e os diferentes pontos de vista e concepções que permitem aos estudantes uma organização coerente de seus conhecimentos podendo assim, utilizá-los corretamente quando necessário. Essa escolha está fundamentada na reflexão de Weissmann (1998) segundo a qual o aluno deve apresentar um certo nível de conceito e que este constitua um suporte para o aprofundamento e a construção de novos conceitos em etapas posteriores.

OS TRÊS NÍVEIS DE CONHECIMENTO ESPERADOS DOS ESTUDANTES E A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL

Para tratar a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel consideramos o trabalho de Moreira e Masini em seu livro “Aprendizagem Significativa: A teoria de David Ausubel” (Moreira e Masini, 1982).

Neste livro os autores consideram que uma situação do ponto de vista fenomenológico é significativa quando o indivíduo decide de forma ativa, por meio de uma ampliação e aprofundamento da consciência, por sua própria elaboração e compreensão. É a consciência que atribui significado aos objetos e situações. Eles descrevem a noção de cognitivismo como a descrição do que se sucede quando o ser humano organiza seu mundo distinguindo sistematicamente o igual do diferente. Considerando que os primeiros significados (estrutura cognitiva) constituem-se os “pontos básicos de ancoragem” dos quais derivam outros significados.

Os mesmos citam ainda que a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel está baseada na aprendizagem segundo o construto cognitivo que significa “*encarar a aprendizagem como um processo de armazenamento de informação, condensação em classes mais genéricas de conhecimentos, que são incorporados a uma estrutura no cérebro do indivíduo, de modo que esta possa ser manipulada e utilizada no futuro*” (Moreira e Masini, 1982), isto é, para Ausubel a aprendizagem significa a organização e integração do conhecimento na estrutura cognitiva, sendo assim, a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel considera que a aprendizagem se processa quando um novo conceito ou experiência modifica a estrutura cognitiva do sujeito através da integração desse novo conceito ou experiência como pode-se verificar no parágrafo abaixo:

“A aprendizagem significativa processa-se quando o material novo, idéias e informações que apresentam uma estrutura lógica, interage com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade. Essa interação constitui, segundo a Ausubel (1968, pp

37-30), uma experiência consciente, claramente articulada e precisamente diferenciada, que emerge quando sinais, símbolos, conceitos e proposições potencialmente significativos são relacionados à estrutura cognitiva e nela incorporados.” (Moreira e Masini, 1982).

Ausubel, como demonstrado no texto citado, enfatiza a lógica do funcionamento cognitivo do sujeito, assinalando a disponibilidade de recursos e conceitos na estrutura cognitiva do sujeito de modo a interagir com novos conceitos. O autor mencionado destaca ainda, a interação de novos conceitos com a estrutura cognitiva como experiência consciente, claramente articulada e precisamente diferenciada, valorizando a dimensão lógica do processo. A experiência consciente emerge de sinais, símbolos e proposições potencialmente significativas. Nesta dimensão entramos em outro universo, nem sempre tão consciente ou precisamente diferenciado que é o universo simbólico construído na cultura. Moreira e Masini (1982) recorrem ao ponto de vista fenomenológico para compreender uma situação significativa, apontando a adesão ativa, a ampliação da consciência e da elaboração e compreensão do sujeito. O ponto de vista fenomenológico representa uma das possibilidades para compreender as questões de significado e consciência do sujeito. A atividade e os processos de comunicação podem representar outra possibilidade de compreensão dos processos de construção de sentido e significado.

Ainda, segundo Moreira e Masini (1982), a idéia central da teoria de Ausubel é de que o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Além disso, para Ausubel a aprendizagem significativa é um processo no qual a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, que Ausubel define como subsunçores, isto é, uma nova informação ancora-se em conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Os autores evidenciam também que para Ausubel, o armazenamento de informações no cérebro humano é altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual na qual elementos mais específicos do conhecimento são assimilados a conhecimentos mais gerais.

Mesmo sendo a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel uma teoria baseada em um modelo hierárquico da aprendizagem, pode-se considerá-la e relacioná-la com a abordagem sobre os três níveis de conhecimentos esperados dos estudantes proposta por Robert (1997).

Em seu trabalho, Robert trata da aprendizagem dos conceitos matemáticos de um ponto de vista mais flexível, mas que da mesma forma considera central os conhecimentos que os estudantes já possuem para que novos conhecimentos possam ser incorporados a suas estruturas cognitivas.

Na realidade, Robert não propõe uma teoria de aprendizagem, mas uma ferramenta de análise que permite aos pesquisadores e professores considerarem os conhecimentos que poderão ser esperados dos estudantes em uma determinada etapa da escolaridade.

A abordagem teórica dos três níveis de conhecimento esperados dos estudantes segundo a definição de A. Robert:

O **nível técnico** corresponde a um trabalho isolado, local e concreto. Está relacionado, principalmente, às ferramentas e definições utilizadas em uma determinada tarefa. Por exemplo: Para a noção escolhida, isto é, a relação hídrica na célula vegetal, pode-se considerar a tarefa, “definir meio hipotônico e hipertônico”, como uma atividade puramente técnica, pois é pedido explicitamente para o aluno uma definição e este deverá apenas reproduzir o conceito desenvolvido em aula.

O **nível mobilizável** corresponde a um início de justaposição de saberes de um certo domínio, podendo até corresponder a uma organização. Vários métodos podem ser mobilizados. O que se questiona é explicitamente pedido no enunciado da tarefa e o saber, ao ser identificado, é considerado mobilizável se ele é acessível, isto é, se o estudante o utiliza corretamente. Por exemplo: Definir e comparar o movimento da água entre soluções hipotônica, hipertônica e isotônica. Neste caso, também o conceito é pedido explicitamente para o estudante mais este deve mobilizar esses conhecimentos para articulá-los de forma organizada. Além disso, essa

tarefa se distingue da anterior se consideramos que para comparar as soluções o estudante deverá ainda dispor dos conhecimentos de solução, concentração de solutos, membrana celular, mecanismo de transporte através da membrana e parede celular, que depende dos conhecimentos também disponíveis de química, física e matemática.

O **nível disponível** corresponde a saber responder corretamente o que é proposto sem indicações de ser capaz, por exemplo, de encontrar contra-exemplos, mudar de domínios, de fazer relações e de aplicar métodos não previstos. Esse nível de conhecimento está associado à familiaridade, ao conhecimento de situações de referência variadas que o estudante sabe que as conhece e que servem de terreno de experimentação. Por exemplo: 1) Considerando que um professor proponha para que os seus estudantes armazenem um lote de células vegetais em um meio isotônico, se a concentração do meio celular é constituída de 0,6% de NaCl pergunta-se: Qual será a concentração da solução do meio em que as células serão armazenadas? Neste exemplo, o estudante deverá dispor dos conceitos de concentração de solução, permeabilidade de membrana e do movimento da água através da membrana que não estão mencionados no enunciado da tarefa.

2) Se consideramos que a tarefa proposta ao estudante seja preparar uma lâmina com a epiderme de trapoeraba-roxa adicionando-se uma solução hipertônica. Após a preparação da lâmina o estudante deverá observar no microscópio óptico o que ocorre com as células. Primeiramente, a tarefa proposta exigirá que o estudante disponha de conhecimentos relacionados às práticas de referência de morfologia e histologia vegetal e saiba manusear o microscópio, tarefas que não estão relacionadas no enunciado, mas que fazem parte do estudo da teoria celular. Além disso, o estudante deverá dispor como situação de referência a estrutura de uma célula intacta para poder perceber as modificações que a mesma sofre após seu contato com a solução hipertônica. Caso contrário, sem esse referencial, o estudante não é capaz de testemunhar o processo. Nesse caso, para que o estudante compreenda o processo testemunhado o mesmo deve dispor também dos conceitos de concentração de solução, permeabilidade de membrana, mecanismos que governam o movimento da água através da membrana, e parede celular que não estão mencionados no enunciado da tarefa.

Os exemplos acima mostram que essa ferramenta de análise proposta por Robert, se mostra bastante eficaz, pois possibilita a análise dos diferentes níveis de conhecimento que se pode esperar já integrados a estrutura cognitiva dos estudantes quando atingem uma determinada etapa de sua escolaridade. Além disso, este tipo de análise, pode ser fundamentado na análise do desenvolvimento das diferentes noções associadas a um conteúdo nos livros didáticos, possibilitando que os pesquisadores e professores estabeleçam um patamar mínimo do que deveria ter sido trabalhado em relação a uma determinada noção e em que nível. Dessa forma, os professores são capazes de desenvolver seu trabalho a partir de um ponto de referência considerado como conhecido pelos estudantes, mas que, certamente, poderá ser negociado em função do maior ou menor grau de conhecimento demonstrado efetivamente por esses estudantes quando do desenvolvimento do curso.

METODOLOGIA DA PESQUISA

O estudo proposto no presente trabalho se efetua em duas fases:

Na primeira fase, estuda-se as competências, habilidades e atitudes que se pretende desenvolver nos cursos de ciências (biologia, matemática, física, química) na tentativa de melhor compreender os níveis de conhecimento necessários para alcançar uma aprendizagem significativa.

Através desse estudo, elabora-se uma grade de análise que permita verificar os níveis privilegiados para a abordagem da noção de relações hídricas nas células vegetais no ensino

médio. Essa grade é aplicada nos livros didáticos, com o objetivo de observar as regularidades e diferenças institucionais existentes nessa etapa da escolaridade.

Esse estudo permite estabelecer os diferentes tipos de tarefas associadas à noção de relações híbridas nas células que intervêm na disciplina de biologia para os estudantes do ensino médio, isto é, essa análise possibilita estabelecer o funcionamento institucional existente em relação à introdução da noção de relações híbridas nas células, auxiliando, também, na reflexão sobre as diferentes formas de se tratar essa questão no ensino superior.

Para a análise e reflexão propostas acima, construímos a seguinte grade de análise.

A GRADE DA ANÁLISE

O propósito dessa grade é de servir como um instrumento que permita analisar os diferentes níveis de conhecimento exigidos dos estudantes quando da introdução da noção de relações híbridas nas células para a disciplina de biologia no ensino médio.

Essa grade permite analisar os três níveis de conhecimento (técnico, mobilizável e disponível) exigidos dos estudantes:

- Em função das tarefas associadas à noção de relações híbridicas nas células encontradas no ensino médio;
- Em função das variáveis dessas tarefas, para as quais daremos ênfase ao nível de conhecimento pedido explicitamente no enunciado e os diferentes níveis de conhecimento de outras noções que devem ser utilizados para a solução da tarefa.

Primeiramente, estudamos as diferentes tarefas usualmente encontradas para a introdução da noção de relações híbridicas nas células vegetais no ensino médio e, em seguida, quais os diferentes níveis de conhecimento exigidos dos estudantes na solução dessas tarefas. Para especificar a tarefa em relação aos diferentes níveis de conhecimento exigidos, consideramos as variáveis das tarefas definidas abaixo:

- O nível de conhecimento exigido pela tarefa;
- O domínio ou domínios em que a tarefa é enunciada;
- Os níveis de conhecimento necessários para a execução da tarefa em relação às noções que deverão ser utilizadas.

EXEMPLO DE FUNCIONAMENTO DA GRADE EM UMA TAREFA.

Propondo-se a prática abaixo, através da observação ao microscópio, de uma lâmina preparada com diferentes soluções.

Sabendo-se que a concentração do conteúdo das células de trapoeraba-roxa é salino, pergunta-se:

- a) O que ocorrerá ao colocar as células de trapoeraba-roxa em contato com solução hipotônica, hipertônica e isotônica em relação a elas?
- b) Qual será o movimento de água nas três diferentes soluções?
- c) Dê um exemplo desse fenômeno no cotidiano?

Nesta tarefa particular, as variáveis são as seguintes:

Nível de conhecimento exigido na tarefa: mobilizável e disponível

Domínios em que a tarefa é enunciada: botânica, química e física.

Níveis de conhecimento necessários para a execução da tarefa em relação às noções que serão utilizadas: Para responder a questão o estudante deverá dispor de conhecimentos sobre a morfologia e histologia vegetal para saber como se retira uma porção da epiderme da folha. Além disso, deverá mobilizar seus conhecimentos práticos de referência, isto é, saber preparar uma lâmina e saber utilizar o microscópio para observação.

Após esses procedimentos o estudante deve mobilizar os conceitos de soluções hipotônica, hipertônica e isotônica, devendo ainda conhecer como se processa o movimento da água quando essas soluções são separadas por uma membrana semipermeável.

Para encontrar um exemplo no cotidiano o estudante deverá dispor de conhecimentos sobre o papel da membrana, como se processa o transporte da água através da membrana e dispor também de situações de referência que permitam ilustrar sua resposta. Vale lembrar que utilização da folha de trapoeraba-roxa apesar de apresentar maior dificuldade no preparo da lâmina é mais interessante, pois seu conteúdo é colorido facilitando a visualização do processo pelo estudante.

Uma variante desta tarefa seria utilizar as folhas da *Elodea* sp. Nesse caso, basta o estudante colocar uma folha sobre a lâmina e adicionar as soluções, isto é, elimina-se a necessidade do estudante dispor de conhecimentos de morfologia e histologia vegetal fazer cortes na epiderme e preparar a lâmina. O inconveniente dessa prática é que o conteúdo celular não é colorido apresentando maior grau de dificuldade em visualizar o comportamento do conteúdo celular.

Esse exemplo mostra que o professor pode escolher a prática desejada em função dos conhecimentos prévios dos estudantes, mas como se verifica no exemplo acima outros inconvenientes poderão aparecer.

Para compreender melhor o nível que se pode desenvolver a noção de relações hídricas nas células vegetais quando se trabalha este assunto no ensino superior analisa-se, via livro didático, qual o nível que se pode esperar como disponível para os estudantes que terminam o ensino médio.

ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

Foram analisados diversos livros didáticos, entretanto decidiu-se apresentar no presente trabalho, os resultados de apenas dois entre os livros analisados, pois esses tendem a seguir o mesmo modelo, isto é, privilegiam o treinamento para o vestibular dando ênfase a memorização dos conceitos trabalhados, pode-se dizer que o nível de conhecimento privilegiado é o nível técnico. Sendo assim, nos pareceu inconveniente citar os dois autores escolhidos, pois estes representam o trabalho desenvolvido na maioria dos livros analisados. Desta forma, a análise foi estruturada em torno das seguintes questões:

- Como é introduzida a noção de relações hídricas nas células?
- Que pesos respectivos ocupam os níveis: técnico, disponível e mobilizável nas tarefas propostas aos estudantes?
- Se existem exemplos que permitem associar a noção de relações hídricas nas células com situações cotidianas?

Para a introdução da noção de relações hídricas nas células verifica-se que, em geral, os livros didáticos destinados ao ensino médio iniciam a introdução do capítulo onde o tema é tratado com a definição de estrutura e permeabilidade da membrana celular, parede celular e movimentos através da membrana.

Em geral, apresentam um esquema que representa a membrana celular e utilizam desenhos que induzem a imaginar como se processaria o movimento da água entre duas soluções de diferentes concentrações separadas por uma membrana semipermeável, isto é, os desenhos são imagens macroscópicas com materiais que não são reais ao microscópico, uma vez que essas imagens são criadas, por exemplo, através da identificação da membrana como sendo um plano dentro de um cilindro contendo duas soluções e os movimentos representados por figuras ou setas que servirão apenas para criar as imagens mentais do processo, mas que não o representam e que não poderão ser identificadas experimentalmente.

PARA MELHOR COMPREENDER ESSE QUESTIONAMENTO APRESENTA-SE DOIS EXEMPLOS DA ANÁLISE PROPOSTA PARA LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO.

Os autores escolhidos não serão citados, pois vários autores de livros didáticos de biologia para o ensino médio poderão se identificar com os comentários da análise efetuada nos dois livros escolhidos.

EXEMPLOS DE ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

No **manual 1**, a noção de relações hídricas nas células vegetais é tratada no primeiro volume, após terem sido apresentadas as noções de estrutura e funções da membrana, parede celular e permeabilidade da membrana celular bem como concentração de solução e mecanismos de transporte como difusão e osmose que deverão ser mobilizadas e articuladas para compreender como se processa o movimento da água na membrana das células.

Tendo sido introduzidas as noções acima e a noção de relações hídricas nas células, o autor propõe como tarefa para os estudantes um conjunto de questões objetivas visando apenas a memorização dos conhecimentos adquiridos. Pode-se dizer que nesse questionário privilegia-se o nível técnico mas aparecem também questões em que os estudantes além de conhecerem as definições devem articulá-las para efetuar distinções. Seguem dois exemplos que permitem compreender melhor o que é esperado dos estudantes em termos de conhecimentos que deverão ser utilizados para responder às questões propostas.

Exemplo 1: O que é plasmodesmos? Qual sua importância? (nível técnico)

Exemplo 2: (PUC-MG) As trocas entre as células e o meio podem ocorrer sob diversas modalidades, como, por exemplo, por difusão simples e difusão facilitada. O que distingue a difusão facilitada da simples? (nível mobilizável)

Verifica-se que apesar do autor privilegiar questões cujo objetivo é treinar os estudantes para o vestibular, essas permitem trabalhar tanto em nível técnico quanto em nível mobilizável e disponível cabendo ao professor desenvolvê-las de forma adequada visando o desenvolvimento desses três níveis.

No **manual 2** o autor introduz o tema apresentando noções de função, estrutura e transporte através da membrana. Segue apresentando noções de concentração de soluções e conclui explicando como se processam as relações hídricas em uma célula vegetal. No caso desse manual, a estrutura em relação a parede celular será apresentada somente no final do capítulo.

O autor apresenta ainda um exemplo prático, isto é, ele sugere uma atividade de observação de células vegetais utilizando como material a epiderme da cebola, propondo que se observem apenas as características de uma célula vegetal. Considerando essa prática e o nível exigido através do questionamento proposto, verifica-se que os conhecimentos que nela foram mobilizados não serão suficientes para compreender a noção de relações hídricas nas células se comparado com o exemplo da trapoeraba-roxa, pois as características observadas na prática proposta não permitem supor que os estudantes disponham dos conhecimentos necessários para compreender os mecanismos descritos para o caso da trapoeraba-roxa.

Como no manual 1, as tarefas propostas aos estudantes privilegiam o tratamento de questões cujo objetivo é treinar os estudantes para o vestibular, mas essas permitem trabalhar tanto em nível técnico quanto em nível mobilizável e disponível cabendo ao professor desenvolvê-las de forma adequada visando o desenvolvimento desses três níveis.

Nos dois exemplos acima, verifica-se que cabe ao professor escolher o nível que irá desenvolver no curso, o que mostra a importância de sua formação para poder efetuar essa escolha e desenvolver seu curso de forma que se alcance uma aprendizagem significativa. Pode-se, ainda, colocar a questão: Que nível de conhecimento pode ser esperado dos estudantes que desejam continuar seus estudos de biologia? Certamente, essa questão não tem uma resposta e mais uma vez ficará a cargo dos professores a identificação do nível de conhecimento que podem

esperar de seus estudantes e a partir daí construir seus cursos visando sempre uma aprendizagem significativa dos mesmos.

CONCLUSÃO

A avaliação do funcionamento institucional através dos livros didáticos deixa evidente que os níveis de conhecimento esperados dos estudantes podem não ser desenvolvidos de forma satisfatória, pois nos livros analisados, como era de se esperar, a escolha fica a cargo do professor que deverá associar essas escolhas às competências, habilidades e atitudes que deseja desenvolver nos estudantes do ensino médio de forma que os mesmos possam utilizar e articular os conhecimentos desenvolvidos em biologia de forma autônoma não somente para os que pretendem continuar seus estudos de biologia ou matérias correlacionadas, mas, também para compreender a evolução da ciência.

Na realidade, as obras analisadas, ao privilegiarem o trabalho com as questões de vestibular, mostram uma grande preocupação em treinar os estudantes para responder questões onde o nível técnico é o mais trabalhado, o que de um lado permite a valorização do conteúdo, mas com pouca preocupação de aprofundamento desses mesmos conteúdos para que sejam disponíveis na estrutura cognitiva dos sujeitos que dificilmente poderão articulá-los, diferenciá-los e utilizá-los coerentemente quando necessário.

Essa realidade deve ser considerada quando se deseja que os estudantes tenham uma aprendizagem significativa, pois é importante lembrar que em sua teoria da aprendizagem significativa, Ausubel valoriza o conteúdo mas não especifica formas e métodos de tratá-lo, mas evidencia a importância de tratá-lo em profundidade que segundo Robert corresponde a dispor dos conhecimentos associados à esse conteúdo de forma a poder efetuar tarefas onde não basta apenas se referir a uma definição (nível técnico) ou identificar ou organizar esses conhecimentos (mobilizável), mas ser capaz de articular com conhecimentos de outros domínios, fazer relações, aplicar novos métodos criar exemplos.

Certamente não é possível estabelecer uma grade de conhecimentos e classificá-los como técnicos, mobilizáveis e disponíveis para que se obtenha uma aprendizagem significativa e esse também não era o objetivo desse trabalho, mas espera-se que o mesmo contribua para reforçar a questão da importância da formação dos professores em relação aos conteúdos que deverão trabalhar, pois ficou bastante claro que serão eles que irão fazer as escolhas e, conseqüentemente, desenvolverão seus cursos em níveis que dependerão dessas escolhas o que tornará ou não possível que o estudante tenha uma aprendizagem significativa.

Para que a situação de aprendizagem seja significativa para o aluno é preciso que os conteúdos veiculados pelo professor no contexto de ensino sejam significativos também para ele. O nível teórico pode ser confundido pela memorização. Se o professor ao manejar o conteúdo permanece no nível técnico, na verdade repetindo um discurso memorizado sem constituição de autoria, discurso existente no livro didático, os níveis que caracterizam a flexibilidade cognitiva e a criatividade não se tornam possíveis. Parece oportuno considerar outras condições apontadas na literatura para professores promotores do desenvolvimento de seus estudantes e que estão associados ao vínculo afetivo com o cognitivo e com a autodeterminação, tais como a valorização que o professor faz de sua própria formação e de suas condições de trabalho. O modelo de aprendizagem significativa coloca pouca ênfase nestas variáveis que devem ser consideradas com objetivo de melhor compreender o processo de aprendizagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chevallard, Y. 1992, Concepts fondamentaux de la didactique: perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches en didactique des mathématiques*, vol.12-1, p. 73-112, La Pensée Sauvage, Grenoble, 1992.

- Moreira, M. e Masini, E. 1982, *Aprendizagem significativa*. A teoria de David Ausubel. 1ª edição. São Paulo: Editora Moraes, 1982.
- Pujatti, L. *et al*, 2005, Competências e habilidades nos cursos superiores em computação e informática: A Matemática como disciplina auxiliar no processo de desenvolvimento cognitivo, Caderno de resumos do 1º ENAS – *Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa*, p. 72, Editora Uniderp, 2005.
- Robert, A. 1997, Quelques outils d'analyse épistemologique et didactique de connaissances mathématiques à enseigner au lycée et à l'université. *Actes de la IX école d'été de didactique des mathématiques*. p.192-212, Houlgate, França, 1997.
- Weissmann, H., 1998, *Didática das Ciências Naturais*. Contribuições e Reflexões. São Paulo: Artmed. 1998.