

O que sabem alunos do Ensino Fundamental sobre o tema “Ser Humano e Saúde”: a contribuição do Mapa Conceitual

Conceição Aparecida Soares Mendonça, UFRPE-UAG, Brasil
Felipa Pacifico Ribeiro de Assis Silveira, FIG-UNIMESP, Brasil

Resumo: Este artigo apresenta o resultado de uma investigação realizada com alunos da 7ª série do ensino fundamental de uma escola pública no estado de Pernambuco - Brasil. O objetivo foi compreender como os Mapas Conceituais contribuem para o processo de aquisição de conhecimento sobre o eixo temático Ser Humano e Saúde, atuando como recurso didático facilitador da aprendizagem significativa na concepção ausubeliana. Os Mapas Conceituais foram construídos durante o processo de intervenção pedagógica e os resultados apresentados correspondem às análises dos Mapas Conceituais, bem como o conhecimento prévio manifestado pelo aluno sobre excreção humana, um dos temas necessários à compreensão do eixo temático Ser Humano e Saúde. Os dados obtidos por meio dos conhecimentos prévios foram categorizados com base nos níveis de alfabetização biológica atribuídos pelo Biological Science Curriculum Study, servindo de subsídio para intervenção. Constatamos que os significados atribuídos ao tema necessitam ser estruturados cognitivamente para que o aluno venha alcançar a aprendizagem significativa, visto que a maioria dos alunos utiliza-se de termos incorretos em suas respostas não demonstrando compreender o significado dos termos científicos que utilizam. Consideramos que o Mapa Conceitual foi capaz de contribuir para a significação do tema, revelando-se como um recurso didático potencial.

Palavras-chave: ensino de ciências, mapa conceitual, aprendizagem significativa

Abstract: This article presents the results of analysis of an experimental study conducted with a group of 7th grade students of a public school in the state of Pernambuco - Brazil. The goal was to understand how concept maps contribute to the process of acquiring knowledge in natural sciences. The idea is that Concept Maps are a resource that facilitates meaningful learning, in the light of the theory of Ausubel. During the pedagogical intervention, Concept Maps were built by the students. In this light, the results presented in this paper correspond to the analysis of the produced maps, as well as of the prior knowledge of the group about Human Excretion. This theme belongs to the topic "Human Beings and Health". The group's responses were categorized to serve as subsidies to the intervention. We verified that the meanings attributed to the subject being studied need to be organized in the cognitive structure of students in order to provide meaningful learning. This is due to the fact that most students' responses belonged to the functional category, i.e. "the terms defined properly stored, without that students understand its meaning". We believe that Concept Maps can help students to allocate and meaningfully structure their knowledge, as was demonstrated by the qualitative analysis of the maps made by the students.

Keywords: Science Teaching, Concept Maps, Meaningful Learning

Introdução

A forma como os alunos aprendem os conceitos científicos no sistema educacional brasileiro, podemos dizer ainda favorece o ensino tradicional resultando na aprendizagem memorística ou mecânica. Diversos estudos, como por exemplo os de Krasilchik (2000), Chassot (2004), Santos e Greca (2006), Teixeira (2006), Borges e Lima (2007), Bizzo (2008) e Costa, Passerino e Zaro (2012) vêm denunciando essa prática e demonstrado que não é fácil mudar o modo tradicional de ensinar ciências nas nossas escolas. A ênfase na memorização mecânica em detrimento de modelos em que predominam a aprendizagem significativa contraria a sugestão do Parâmetro Curricular Nacional para o ensino de Ciências desde os anos noventa (Brasil, 1998), sendo ainda muito presente nas salas de aula do ensino básico. Com certeza, essa prática necessita ser refutada em

defesa de um ensino que promova a aprendizagem significativa nos moldes propostos por Ausubel e seus seguidores, por exemplo, Novak e Gowin (1999) e Moreira (2010) entre outros.

A aprendizagem significativa, segundo a concepção de diversos estudiosos é capaz de promover a construção do conhecimento e subsidiar o aluno para novas aprendizagens. Aprender com significado, na concepção de Ausubel, Novak e Hanesian (1980) e Ausubel (2002) consiste em um processo que leva o estudante a adquirir uma nova informação e relacioná-la com aspectos relevantes e específicos presentes em sua estrutura cognitiva. Reiterando Ausubel *et al.*, estudos de Novak e Gowin (1999) e Moreira (2006, 2010) apontam o Mapa Conceitual (MC) como uma alternativa eficaz para favorecer e evidenciar aprendizagem significativa de conceitos científicos. Investigações nacionais e internacionais sobre MC no ensino ressaltam-no como um instrumento didático pedagógico útil não só para averiguar os conhecimentos prévios dos alunos, como também para investigar avanços que acontecem na estrutura cognitiva do aluno quando instruído adequadamente.

Nesta perspectiva, essa investigação intervenção buscou promover um ensino fundamentado na aprendizagem significativa, que viesse contribuir para a melhoria do ensino de ciências em sala de aula e ao mesmo tempo proporcionasse dados capazes de evidenciar a aprendizagem dos alunos para o tema ensinado. Com a finalidade de alcançar esse objetivo, utilizamos o MC no desenvolvimento de conhecimentos específicos sobre a “Excreção Humana” subsídio para a compreensão da relação entre o Corpo Humano e a Saúde (Brasil, 1998). Assim, apresentamos, neste artigo a análise de alguns Mapas Conceituais (MCs) construídos pelos alunos durante o processo de intervenção, o resultado da análise e a categorização dos conhecimentos prévios obtidos.

Os resultados dessa investigação revelaram a potencialidade do MC como instrumento ou recurso didático, o que nos permite valorar o seu papel no ensino de Ciências. Dessa forma, procuramos expandir e fortalecer as possibilidades de uso do MC no ensino fundamental, para que maior número de professores possa utilizá-lo a fim de promover um ensino potencialmente significativo, com vistas à promoção dos conceitos científicos sobre a matéria ensinada.

Fundamentação teórica

Essa investigação está fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa que recomenda ao professor não ser um simples transmissor de informações, mas o mediador responsável por ajudar o aluno a aprender a aprender. Na concepção de Ausubel *et al.*, (1980) e Mintzes, Wandersee e Novak (1997), o aprendizado é de responsabilidade do aprendiz, por tal razão a decisão consciente de aprender significativamente só diz respeito a ele. A responsabilidade do professor, nesse caso, é a de ajudar o aluno a construir significados cientificamente aceitos para os conceitos da matéria de ensino e avaliar o seu conhecimento visando à aprendizagem significativa.

Por conseguinte, quando o ensino é realizado na perspectiva ausubeliana, tem grande potencial de contribuir para que o aluno habitue-se a expor suas ideias, criar, opinar e discutir, ou seja, a se encarregar ele próprio de construir significados pessoais a partir das experiências que vive (Novak, 2000; Moreira, 2006). Estes aspectos possibilitam ao sujeito tornar-se eficiente na construção do próprio conhecimento e são fundamentais para a sua valorização (e inserção) social como indivíduo, contribuindo para o incremento da sua autoestima e autonomia (Brasil, 1998).

Certamente ensinar com o objetivo de favorecer a aprendizagem significativa corresponde a viabilizar que o aluno perceba e interprete o significado do que lhe foi apresentado e, por meio da interação (não arbitrária e substantiva) desta nova ideia com algum conhecimento prévio, especificamente relevante, (re) organize sua estrutura cognitiva. Essa é a essência da aprendizagem significativa (Mendonça, 2012). É indispensável que os princípios válidos do ensino estejam baseados em princípios relevantes da aprendizagem, o que não é tarefa fácil de conseguir. A articulação desses princípios deve ser levada em consideração em qualquer processo educacional (Ausubel *et al.*, 1980, Ausubel, 2002).

Além disso, de acordo com Ausubel *et al.*, (1980, p. 32), na aprendizagem significativa “a interação entre significados potencialmente novos e ideias básicas relevantes na estrutura cognitiva

do aluno dá origem a significados reais e psicológicos”, isto é, ocorre uma interação entre os conhecimentos novos que o aluno adquiriu, atribuiu, construiu, compreendeu com conhecimentos anteriores que ele já possuía em sua estrutura cognitiva. Esse processo envolve diretamente o ensino, o aluno e o professor, uma vez que essa interação se dá no contexto da sala de aula, com o professor como mediador, cabendo ao aluno tomar a decisão de aprender. Associado a esse processo é fundamental a utilização de material de ensino potencialmente significativo, capaz de favorecer a predisposição do aluno para aprender significativamente.

Contudo, Ausubel (2002) salienta que caso o aluno não apresente a referida disposição, poderá aprender de modo mecânico ou mesmo não aprender, porque nestas condições, dificilmente atribuirá potencialidade significativa ao material de ensino. Neste caso, a responsabilidade e o comprometimento do professor na condução do processo tornam-se essenciais na promoção do papel que o aluno deve desempenhar como corresponsável pela sua aprendizagem. O primeiro passo, recomendado por Ausubel (2002) para a facilitação da aprendizagem significativa, a ser dado pelo professor, em sala de aula, é averiguar o que o aluno já sabe e na sequência determinar os conceitos-chave do assunto que se deseja ensinar, bem como, decidir sobre os recursos e estratégias mais apropriados para apresentar o tema àquele aluno particular, naquele contexto particular.

O passo subsequente aos já explicados envolve o planejamento da ação, visto que um ensino favorecedor da aprendizagem significativa objetiva levar o estudante a perceber e interpretar significados nas condições específicas em que foram apresentados e por isso o ensino deve ser planejado, desenvolvido e avaliado considerando a inter-relação entre aluno, professor, conhecimento, contexto e avaliação, que correspondem aos cinco elementos de um evento educativo (Novak, 1981, como citado em Moreira 2011a, p.161).

Especificamente, é de suma importância o professor avaliar a relação existente entre o que se considera importante aprender e o que o aluno já sabe, sobre o tema em questão, isto é, os conhecimentos prévios que ele possui. Para Ausubel *et al.* (1980, p. 9), “(...) os professores devem decidir o que é importante ensinar aos seus alunos. Discernir os conteúdos principais a serem aprendidos e dosar adequadamente a transmissão de informações, decidindo sobre a quantidade adequada e o grau de dificuldade das tarefas de aprendizagem”. Com efeito, o importante não é a quantidade de informações a ser aprendida, mas sim o compartilhamento dos significados atribuídos às ideias principais do tema em estudo.

Obviamente, planejar o ensino fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa demanda que o professor utilize material de ensino potencialmente significativo. Isso implica, necessariamente em organizar – e, se for necessário, reorganizar – o conteúdo a ser estudado contemplando os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa (Moreira, 2006, 2011a). Dessa forma, o desenvolvimento do ensino poderá garantir a captação, a negociação e o compartilhamento de significados, pois a aprendizagem é um processo de construção contínuo e individual, no qual os alunos integram na sua estrutura cognitiva os conhecimentos que eles já possuíam com os novos conhecimentos adquiridos (Ausubel *et al.*, 1980; Ausubel, 2002).

Com base nos fundamentos de Ausubel foi proposto por Novak, na década de setenta, o MC instrumento articulador dos princípios teóricos da aprendizagem significativa. Novak (2000, p. 192) considera o MC a ferramenta de avaliação mais importante à disposição dos educadores, mas recomenda a sua utilização para avaliação, apenas depois de ser usado na facilitação da aprendizagem. Para Moreira (2010), os mapas conceituais não só auxiliam na determinação dos conhecimentos prévios do aluno como também evidencia mudanças na sua estrutura cognitiva, durante e após o estudo do tema proposto. Além disso, podem ser usados em qualquer nível de ensino, em qualquer área do conhecimento, buscando sempre um fim comum que é a aprendizagem significativa de corpos organizados de conhecimento.

Moreira (2006, 2010) enfatiza que o uso do MC permite ao professor obter informações sobre o tipo de estrutura que o aluno vê em um conjunto de conceitos de uma matéria de ensino; ele mostra o que o estudante sabe em termos conceituais, a forma como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina, integra conceitos. De acordo com Novak e Gowin (1999), reiterado por Moreira (2010, 2011a), a aprendizagem é o resultado de uma mudança no significado da experiência, e o MC é um

método para mostrar tanto ao aluno como ao professor que ocorreu realmente uma reorganização cognitiva. Desse modo, é possível identificar nos MCs diferentes configurações espaciais, podendo apresentar desde uma lista de conceitos sem organização hierárquica, com tendência a formar uma relação linear, até MCs bidimensionais, que permitem uma representação mais completa das relações existentes entre os conceitos.

Segundo Novak e Gowin (1999), Novak (2000), Moreira (2006; 2010), o MC é entendido como um diagrama bidimensional, que revela as relações hierárquicas significativas entre conceitos de uma matéria de ensino. Estruturalmente deve ser analisado e interpretado com base nos seguintes critérios:

- identificar os conceitos centrais e gerais da matéria de ensino;
- ordenar os conceitos, começando do mais geral e inclusivo no topo e progressivamente agregando os mais específicos, com base nos princípios da diferenciação progressiva;
- ligar os conceitos com linhas, acompanhadas de palavras de ligação que explicitem a relação existente entre os conceitos, evitando palavras que indiquem ligações comuns, simples (dois conceitos unidos por uma palavra de ligação formam uma proposição);
- estabelecer relações horizontais cruzadas que revelem reconciliação integrativa;
- fornecer exemplos, colocando-os embaixo dos conceitos correspondentes (em geral eles ficam na parte inferior do mapa).

Novak e Gowin (1999) argumentam que os MCs são projeções práticas da Teoria da Aprendizagem Significativa. A saber, o MC é um instrumento centrado no aluno e não no professor, que favorece o desenvolvimento de habilidades, e não se conforma somente com a repetição mecânica da informação, o que possibilita desenvolver as dimensões afetiva e intelectual do estudante. Tal fato leva à pressuposição de que o MC é uma estratégia de ensino e de aprendizagem com importantes repercussões no âmbito afetivo-relacional, uma vez que o papel a ser desempenhado pelo aluno, a atenção, a aceitação e o aumento de seu êxito na aprendizagem favorece, paralelamente, a aprendizagem significativa e, com ela, o desenvolvimento de autoestima. Por tais razões, o mapeamento conceitual, segundo os autores, pode ser usado tanto na escola superior, secundária e primária com a mesma finalidade.

Metodologia

A metodologia utilizada na investigação buscou suporte na abordagem qualitativa, com objetivo descritivo, aquele que centra na compreensão do significado que as pessoas atribuem às ações e eventos em um cenário particular (Erickson, 1986, Bogdan & Biklen, 1994, Moreira, 2011b). O público alvo da investigação foi composto por 24 alunos matriculados na 7ª série (atualmente 8º ano), turma “B”, do Ensino Fundamental, com idade entre 13 a 17 anos, da Escola Municipal “José Brasileiro Vila Nova”, na cidade de Garanhuns, estado de Pernambuco, Brasil. Os dados iniciais foram obtidos por meio do levantamento dos conhecimentos prévios sobre o tema, em resposta à seguinte pergunta: “*O que você entende por excreção humana?*” A análise das respostas a essa pergunta serviu de subsídio ao ensino, uma vez que averiguar o que o aluno já sabe é o fator singular que mais influencia a aprendizagem do aluno, segundo Ausubel (2002).

Os dados obtidos, a partir da análise, foram categorizados com base em um dos modelos de alfabetização biológica proposto pelo *Biological Science Curriculum Study* (1993), por se tratar de temas específicos dessa área de conhecimento. O modelo foi interpretado e disponibilizado por Krasilchik (2004, p. 12) que admite quatro níveis de alfabetização biológica. De acordo com o nível de conhecimento prévio, o aluno pode atribuir respostas diversas à pergunta, enquadrando em um estágio de alfabetização biológica, segundo Krasilchik (2004), assim determinado:

- Nominal - quando o estudante reconhece os termos, mas não sabe seu significado biológico.
- Funcional - quando os termos memorizados são definidos corretamente, sem que os estudantes compreendam seu significado.
- Estrutural - quando os estudantes são capazes de explicar adequadamente, em suas próprias palavras e baseando-se em experiências pessoais, os conceitos biológicos.

- Multidimensional - quando os estudantes aplicam o conhecimento e as habilidades adquiridas, relacionando-os com os conhecimentos de outras áreas, para resolver problemas reais.

Os níveis de alfabetização apresentados pelos alunos direcionou a intervenção no sentido de priorizar o eixo temático “*Ser Humano e Saúde*” e desenvolver competências referentes aos conceitos de excreção, bem como, ampliar habilidades relacionadas à identificação de resíduos e substâncias desnecessárias que são excretadas pelo nosso organismo, reconhecendo os órgãos que formam o Sistema Urinário e suas respectivas funções (Brasil, 1998). A estratégia didática contemplou a discussão oral e coletiva, a exibição de vídeo sobre o corpo humano (excreção), aula expositiva e dialogada, leitura, seleção dos conceitos e elaboração e apresentação de MC sobre o tema.

Os Mapas Conceituais elaborados durante o processo de intervenção constituíram no principal instrumento de análise das evidências de aprendizagem desses alunos e foram discutidos de acordo com as situações denominadas por Novak e Gowin (1999), como:

- Hierarquia - O mapa apresenta uma hierarquia, ao dispor diferentes níveis espaciais.
- Proposições - cada conceito é vinculado por uma linha, que significa uma proposição, isto é, uma relação de significado entre dois conceitos.
- Ramificação - quando um conceito coordenado ou subordinado possui vínculos com diversos conceitos específicos.
- Relações Cruzadas - quando um segmento significativo do mapa está conectado com outro segmento significativo do mapa.

Durante o processo de intervenção foram elaborados, apresentados e discutidos pelos alunos 24 MCs. Todos foram analisados qualitativamente, porém nesse artigo apresentamos apenas cinco deles. Os mapas foram elaborados na sala de aula sem o auxílio computacional, por esta razão, neste trabalho houve a necessidade de utilizar o programa Cmap Tools, desenvolvido por Novak e Cañas (2007), para transcrever os mapas originais dos alunos e assim facilitar a visualização das proposições realizadas por eles, durante a preparação de seus mapas.

Resultado e discussão

Os conhecimentos prévios dos alunos sobre a excreção humana vão de encontro às observações de Krasilchik (2004, p. 12) de que a maioria dos alunos “... memorizam fatos, informações, geralmente de forma desconexa apenas para atender as mínimas exigências escolares...”. As observações de Krasilchik são reveladas nas categorizações das respostas atribuídas pelos alunos frente à questão problema. Assim, tivemos três respostas que se enquadraram na categoria Nominal (Quadro 1). Nesta categoria foram incluídas respostas que não demonstram um conhecimento claro de que a excreção é feita principalmente pelo sistema urinário. Identificamos a partir dessas respostas que os alunos ainda não têm a noção de que o sistema urinário elimina a urina a qual é composta pelos rins e pelas vias urinárias, ou seja, apenas reconhece os termos, mas lhe atribui significado biológico. Em consequência disso, dificilmente ocorrerá interação positiva entre os conceitos apresentados e os novos conceitos da matéria de ensino (Ausubel, 2002; Moreira, 2011a).

Quadro 1: Categorização das respostas à questão problema

<i>Categoria Nominal</i>	
<i>Aluno</i>	<i>Respostas</i>
E1	“... é o sistema que coloca fezes, urina, lágrimas dentro do corpo.”
E4	“É quando o estômago manda os restos para o intestino que vai para o ânus e elimina as fezes.”
E5	“É quando a urina passa pelos rins e, em seguida, é eliminada pela bexiga.”

Fonte: Adaptado de Mendonça & Silva (2010c).

Na categoria Funcional (Quadro 2) situam-se os alunos cujas respostas apresentam termos memorizados definidos corretamente, mas cujo significado não compreendem. Isso foi identificado nas respostas de 18 alunos, quando os mesmos revelam que a excreção é feita pelo sistema urinário,

o qual é composto pelo rim e pelas vias urinárias, entretanto, não descrevem nenhuma das suas funções. Mas, também descrevem corretamente alguns termos relacionados à excreção e fazem relação do processo de excreção às fezes, porém não atribuem significados pertinentes capazes de permitir explicação coerente com o termo.

Tal situação sugere aprendizagem memorizada ou mecânica, sendo explicada por Ausubel (2002, p. 72) da seguinte forma: “Uma razão por que os alunos desenvolvem (...) um mecanismo de aprendizagem memorizada em uma matéria de aprendizagem (...) prende-se ao fato de aprenderem, a partir de lamentáveis experiências anteriores, em que as respostas (...) corretas que não estejam em conformidade (...) não têm crédito (...)”. Segundo Krasilchik (2004), no ensino de temas biológicos, principalmente na escola básica, tem se reduzido à transmissão de informações, definições e leis isoladas, sem qualquer relação com a vida e com o conhecimento prévio do aluno.

A ausência de conhecimentos prévios relevantes, também é evidenciada quando se observa respostas nas quais alguns alunos confundem as fezes, que são formadas principalmente por restos de alimentos não digeridos, com as excretas, produtos das atividades celulares e substâncias que estão em excesso no sangue. Isso pode significar prevalência de conhecimento cotidiano sobre o tema. De acordo com Bizzo (2008), a ocorrência de conhecimento cotidiano, na maioria das vezes, atua como obstáculo a significação do conhecimento científico ou dificulta a interação entre os conhecimentos. Bizzo (2008 p.26) afirma “... o conhecimento cotidiano (...) por ser extremamente dependente do contexto não pode ser utilizado como base para outro...”.

No entanto, encontramos também alunos que demonstraram, inicialmente, entender a distinção entre excretas e fezes, pois deixaram evidentes, nesta fase inicial, que “excreta” é o produto das atividades das células e também de substâncias que estão em excesso no sangue, ou seja, o resíduo, enquanto que as “fezes” são formadas principalmente por restos de alimentos não digeridos. Por outro lado, Ausubel (2002, p. 80) recomenda cautela quanto às evidências de compreensão manifestada pelo aluno ao ressaltar: “... deve-se ter cuidado para não confundir o processo psicológico pelo qual uma palavra adquire significado com os fatores que explicam o grau relativo de significado que esta manifesta...”.

Quadro 2: Categorização das respostas à questão problema

<i>Categoria Funcional</i>	
<i>Alunos</i>	<i>Respostas</i>
E3	“O sistema excretório elimina as sobras do nosso corpo pela urina, lágrima e fezes.”
E6	“O sistema excretório elimina os restos de alimentos que passa pelo estômago, intestino ânus, fezes e também pelos rins, bexiga e urina.”
E7	“O sistema excretório elimina tudo o que nosso organismo não precisa.”
E8	“Ele é responsável para eliminar o suor, a urina e as fezes.”
E10	“O sistema excretório elimina suor, fezes, urina, lágrima e outros líquidos.”
E11	“O sistema excretório elimina água que está em grande parte no nosso organismo e as fezes.”
E12	“O organismo elimina a urina pelas vias urinárias.”
E13	“O sistema excretório elimina fezes, urina, lágrimas e suor.”
E14	“Ele elimina urina pelo sistema urinário.”
E16	“Ele elimina o que nós não precisamos o suor, lágrimas, ureia e amônia.”
E17	“O corpo humano usa o sistema excretório para expelir as substâncias nocivas.”
E18	“O sistema excretório possui substância que é eliminada pela urina.”
E19	“É o principal meio de eliminação de resíduos do organismo.”
E20	“O sistema excretório elimina os produtos que não são aproveitados.”
E21	“Ele é o eliminador de excretas pelos rins.”
E22	“É o sistema que elimina o excremento do nosso corpo.”
E23	“O corpo humano elimina as substâncias pela pele.”
E24	“O sistema excretório é o processo de eliminação do que causa mal ao nosso corpo.”

Fonte: Adaptado de Mendonça & Silva (2010c).

Na categoria Estrutural (Quadro 3), situaram apenas respostas de três alunos. A partir das respostas verificamos que eles conseguem descrever alguns órgãos corretamente, ou seja, são capazes de explicar, adequadamente, com suas próprias palavras, e baseando-se em experiências pessoais, os conceitos biológicos, apesar de equivocarem-se com alguns conceitos considerados importantes para a matéria de ensino e ainda não mencionarem funções importantes realizadas pela excreção humana. De fato, as experiências pessoais são fatores importantíssimos na aprendizagem significativa, quanto a isso Moreira (2011a, p.130) ressalta “... na aprendizagem significativa, o novo conhecimento nunca é internalizado de maneira literal, porque no momento em que passa a ter significado para o aprendiz, entra em cena o componente idiossincrático da significação...”, ou seja, aqueles provenientes de suas experiências particulares. Ainda para o autor, “... aprender significativamente implica em atribuir significados, e estes têm sempre componentes pessoais. Aprendizagem sem atribuição de significados pessoais, sem relação com o conhecimento preexistente, é mecânica, não significativa...” (Moreira, 2011a, p. 130).

Quadro 3: Categorização das respostas à questão problema

<i>Categoria Estrutural</i>	
<i>Aluno</i>	<i>Resposta</i>
E2	“É quando o corpo humano usa a pele e os pelos como barreira de invasores.”
E9	“Ele tem os principais órgãos, que são o intestino, os ânus, os rins e a bexiga.”
E15	“O sistema excretório possui os rins como órgão que elimina também urina.”

Fonte: Adaptado de Mendonça & Silva (2010c).

A partir da pergunta “O que você entende por excreção humana?” não foi possível obter respostas dos alunos capazes de situar na categoria Multidimensional, aquela em que, segundo Krasilchik (2004), o aluno aplica o conhecimento e as habilidades adquiridas para caracterizar, por exemplo, a excreção, explicando e descrevendo os componentes do sistema urinário, citando exemplo e relacionando conhecimentos de outras áreas para dar conta de sua explicação.

A princípio, as respostas obtidas pela pergunta permitiram identificar três níveis de conhecimentos prévios possíveis de se incluir no modelo de alfabetização biológica, conforme descrito em Krasilchik (2004, p.12), com número maior de respostas inseridas no nível funcional. O fato da maioria dos alunos demonstrar que memoriza os termos sem compreender o seu significado, revela, na concepção de Ausubel (2002, p.83), aprendizagem por memorização ou mecânica.

De acordo com Moreira (2011a), se a pretensão do ensino é promover a aprendizagem significativa deve ampliar a relação existente entre ela e a aprendizagem por memorização ou mecânica, visto que as duas se encontram em um mesmo contínuo. Para fazer os alunos avançarem da aprendizagem mecânica a aprendizagem significativa o ensino necessita desenvolver estratégias potencialmente significativa (Ausubel, 2002; Moreira, 2011a)

Nesta perspectiva, a análise e discussão em torno dos resultados ofereceram informações relevantes sobre as deficiências conceituais dos alunos quando se trata do sistema urinário e sua respectiva função. Conhecer essas deficiências nos permitiu utilizar estratégias de ensino potencialmente significativa como o MC, no sentido de proporcionar a aprendizagem significativa desses conceitos. Os resultados da intervenção com o MC demonstraram a sua potencialidade para a aprendizagem do conteúdo “excreção humana”. Assim, apresentamos os MCs elaborados pelos alunos E1 (Figura 1), E8 (Figura 2), E13 (Figura 3), E15 (Figura 4), E21 (Figura 5) durante a intervenção e suas respectivas análises.

O mapa elaborado pelo aluno E1 (Figura 1) sugere três níveis hierárquicos de acordo com Novak e Gowin (1999). Após o conceito mais inclusor “sistema excretório”, no centro, o mapa traz informações importantes sobre o “sistema urinário” além de especificar a formação do sistema urinário pelos “rins” e pela “bexiga”. Outra informação importante foi referente à função da “pele”, eliminando suor pelas glândulas sudoríparas, como a excreção dos resíduos das atividades metabólicas que ocorrem no interior das células. Todos os conceitos relacionados formam proposições, porém, não houve uma preocupação em buscar relações cruzadas. Durante a

apresentação do mapa o aluno equivocou-se ao formar a proposição: “sistema excretório elimina quando nós respiramos o gás carbônico”, uma vez que o gás carbônico é eliminado na respiração por meio da expiração. Entendemos que esse aluno encontrou dificuldade ao relacionar os conceitos quando, por exemplo, não deixa claro que são os rins que produzem a urina, mas relaciona corretamente o seu armazenamento pela bexiga urinária. Na concepção de Novak e Gowin (1999), não existe mapa conceitual correto ou incorreto, aderindo a essa ideia Moreira (2006) diz que o mapa é apenas uma representação do pensamento do aluno no seu esforço de aprender, diante de novos conceitos e novas habilidades. Após ter estudado o conteúdo sobre a “excreção humana”, o aluno demonstrou que novos conhecimentos foram adquiridos em relação aos anteriores, pois em sua resposta à pergunta inicial, ele diz que a excreção humana “é o sistema que coloca fezes, urina, lágrimas dentro do corpo”.

Figura 1: Mapa Conceitual elaborado pelo aluno E1



Fonte: Adaptado de Mendonça & Silva (2010c).

O mapa elaborado pelo aluno E8 (Figura 2) sugere quatro níveis hierárquicos depois do conceito mais inclusor “sistema excretório”. O mapa traz informações importantes sobre o “sistema urinário” além de especificar, também, a formação do sistema urinário pelos “rins” e pela “bexiga”. Outra informação importante foi a referente à “pele”, eliminando suor pelas glândulas sudoríparas, como a excreção de água e cloreto de sódio. Os conceitos presentes nesse mapa formam proposições. Houve uma preocupação em buscar uma relação em dois seguimentos distintos do mapa. Por exemplo, os conceitos “urina” e “suor” estão conectados aos conceitos “água” e “cloreto de sódio”. A relação entre dois seguimentos no mapa, segundo Moreira (2006), explicita a natureza da relação esperada no sentido de formar uma proposição, admitindo assim, o significado da relação conceitual para que aconteça a aprendizagem por meio da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa. O aluno ao apresentar o mapa equivocou-se ao formar a proposição: “sistema excretório é formado por sistema respiratório que elimina o gás carbônico”. É correto dizer que o gás carbônico é eliminado na respiração por meio da expiração, mas não que o sistema excretório seja formado pelo sistema respiratório. Durante a apresentação o aluno E8 não encontrou dificuldade, por exemplo, ao relacionar os conceitos quando deixa claro que são os rins que produzem a urina e a bexiga a elimina. Nesse caso, a situação apresentada pelo aluno oferece evidência de aprendizagem proposicional, por mostrar o resultado da interação do conteúdo de ideias estabelecidas e relevantes existentes na sua estrutura cognitiva (Ausubel, 2002; Moreira 2006, 2008). Após ter estudado o conteúdo sobre a “excreção humana”, o aluno demonstrou que novos conhecimentos foram adquiridos em relação aos anteriores, pois em sua resposta à pergunta inicial, ele diz que a excreção humana “... é responsável para eliminar o suor, a urina e as fezes”. Nesse relato ele confunde as fezes que são formadas principalmente pelos restos de alimentos não

digeridos como excretas que são produtos das atividades das células e também substâncias que encontra em excesso no sangue.

Figura 2: Mapa Conceitual elaborado pelo aluno E8



Fonte: Adaptado de Mendonça & Silva (2010c).

O Mapa produzido pelo aluno E13 (Figura 3) mostrou uma estrutura hierárquica e conceitual válida. Possui quatro níveis hierárquicos com os conceitos bem relacionados, as proposições são válidas e as relações cruzadas estão coerentes (Novak & Gowin, 1999). Esse aluno apresenta potencialidade para progredir conceitualmente, isto é, aprender cada vez mais em função dos conhecimentos prévios já construídos (Moreira, 2011a). O conceito inclusivo é o “sistema excretório” e os subordinados: sistema urinário, rins, vias urinárias, sangue, urina, bexiga urinária relacionam-se, assim com ureteres, uretra e bexiga urinária, indicando diferenciação progressiva dos conceitos e reconciliação integrativa entre os conceitos subordinados. Na pergunta inicial feita a esse aluno, a resposta obtida por ele, em relação ao que ele entendia por sistema excretório, foi: “O sistema excretório elimina fezes, urina, lágrimas e suor”. A relação feita pelo aluno em seu mapa, sobre os componentes que formam as vias urinárias, demonstrou que a relação entre os órgãos foram compreendidas por ele. Diante disso, Moreira (2006) admite que o importante em um mapa conceitual é que ele sirva para evidenciar os significados atribuídos aos conceitos e as relações entre eles. Essas relações se tornam explícitas apenas quando o autor do mapa vier a explicá-lo na tentativa de negociar os significados atribuídos por ele aos conceitos. Ao explicar oralmente o seu mapa, o aluno E13 deixou claro as relações conceituais estabelecidas. Os conceitos apresentados pelo aluno são relevantes e centrais da matéria de ensino, evidenciando a aprendizagem significativa. Na ótica ausubeliana, o grau de relevância que o conhecimento apresentado tem para o aluno faz com que os seus conhecimentos prévios interajam promovendo a aprendizagem de novos conhecimentos (Ausubel, 2002; Moreira 2006, 2008).

Figura 3: Mapa Conceitual elaborado pelo aluno E13



Fonte: Adaptado de Mendonça & Silva (2010c).

O mapa do aluno E15 (Figura 4) possui 3 níveis de estrutura conceitual hierárquica horizontal. Apresenta o conceito mais inclusor no topo que é o “sistema excretório” e em seguida, os conceitos subordinados: rins, vias urinárias, sangue, urina, excretas, bexiga, ureteres e uretra e após os exemplos, ureia, amônia, ácido úrico e sais minerais. Ele define as funções dos rins em relação ao sangue e à urina corretamente. Novak (2000) observa que a aprendizagem significativa ocorre mais facilmente quando os novos conceitos dão lugar a outros conceitos mais amplos, mais inclusivos, desse modo, o mapa conceitual elaborado com essa intenção, deve trazer os conceitos mais gerais e inclusivos no topo da hierarquia e os menos inclusivos subordinados a ele. O que está de acordo com o que foi apresentado no mapa e na fala do aluno E15. Na resposta à pergunta inicial, esse aluno diz que: “O sistema excretório possui os rins como órgãos que eliminam também urina”. O conhecimento prévio que esse aluno apresentou com base nos conceitos científicos, foi adequado ao conteúdo ensinado, ou seja, as proposições formadas para justificar a sua resposta estão presentes no mapa elaborado e foram explicados por ele, demonstrando atribuição de significados aos conceitos científicos (Novak & Gowin, 1999). Diante do exposto no mapa, e durante a apresentação oral, observamos que ele conseguiu entender que a urina é produzida pelos rins, além de descrever corretamente a seqüência em que é composta a via urinária sem especificar a função de cada uma. A partir do mapa, percebemos que o aluno também adquiriu novos conhecimentos sobre o tema.

Figura 4: Mapa Conceitual elaborado pelo aluno E15



Fonte: Adaptado de Mendonça & Silva (2010c).

O aluno E21 elaborou seu mapa (Figura 5) utilizando alguns conceitos estudados na matéria de ensino, apontando para uma simples hierarquia conceitual e apresentando quatro níveis hierárquicos de acordo com Novak e Gowin (1999). Observamos que ele adquiriu novos conceitos, os quais lhe permitiram registrar, no seu mapa, os produtos excretados pelo sistema excretório, uma vez que, em sua resposta à pergunta inicial sobre a excreção humana, afirmou que: “é o eliminador de excretas pelos rins”. Embora não haja muitas explicações nessa frase, durante a apresentação do mapa ele deixa claro que uma das funções dos rins é retirar as impurezas do sangue que serão eliminadas pela urina, além de apontar dois componentes das vias urinárias: a bexiga e a uretra. Houve uma tentativa de expressar uma relação cruzada. No centro, ele traz outra forma de mostrar que os resíduos podem ser excretados pela pele ao eliminar o suor apresentando algumas substâncias que são eliminadas por ele, evidenciando mudanças na estrutura cognitiva do aluno em questão. Nas duas extremidades desse mapa os conceitos estão dispostos em uma sequência linear, o que para Novak (2000) e Moreira (2006) caracteriza um mapa unidirecional, por falta da interação que deveria ocorrer entre os conceitos a fim de diferenciá-los progressivamente na estrutura cognitiva do aluno. Para Novak (2002) e Moreira (2006), um mapa unidirecional é incapaz de evidenciar a atribuição de novos significados. Moreira (2006, p. 19) ressalta que o mapa conceitual, cuja organização estrutural é correspondente ao modo como organizamos o conhecimento na nossa estrutura cognitiva, tanto pode favorecer o estabelecimento de relações substantivas e não arbitrárias, como o diagnóstico, ainda que aproximado, do modo como sabemos elaborar, estruturar, hierarquizar, diferenciar, discriminar e integrar conceitos de uma determinada unidade de ensino.

Figura 5: Mapa Conceitual elaborado pelo aluno E21



Fonte: Adaptado de Mendonça & Silva (2010c).

Os cinco mapas apresentados confirmam o que Novak e Gowin (1999) consideraram importante em um mapa, tais como, a colocação das palavras de ligação o que torna os mapas mais favoráveis à aprendizagem, na medida em que, o aluno fica mais apto na identificação das ligações. Logo, a análise dos mapas permite a conclusão de que eles, realmente, assinalam a ocorrência de transformação de significados lógicos dos alunos, a partir de seus conhecimentos prévios, em significados psicológicos, com indicativos de evolução e assimilação do conteúdo estudado (Mendonça & Moreira, 2010a, b).

Considerações finais

Ensinar com base em conhecimentos prévios faz com que o professor passe a perceber claramente a evolução do conhecimento ocorrida na estrutura cognitiva do aluno, distanciando o mesmo de uma aprendizagem mecânica que acontece na maioria das vezes, de modo arbitrário e de forma não substantiva.

A importância dessa experiência, em sala de aula, reside no fato de o professor poder compreender a real possibilidade de seu aluno aprender, cabendo a ele organizar situações de ensino que permitam ao aluno intercambiar significados sobre o conteúdo o qual deseja ensinar.

Os mapas conceituais elaborados por alunos em qualquer nível de ensino podem apresentar evidências de aprendizagem significativa ou não. Dessa forma se constituem em um recurso didático pedagógico importante para o professor em classes nas quais os alunos apresentam dificuldades em aprender conceitos científicos, podendo ser adaptados a qualquer sala de aula, com qualquer número de alunos, com diferentes conhecimentos.

Ao reconhecermos a potencialidade dos mapas conceituais para o estudo de temas da matéria de ensino, é importante dizer que, apesar de não existir o mapa conceitual correto, esse só terá valor para o aluno se ele conseguir desenvolver sua capacidade de compreender os conceitos e as proposições formadas e a partir desse processo, construir o seu conhecimento.

O trabalho com mapa conceitual não é uma tarefa fácil, requer que o professor conduza o aluno a se tornar parte importante do processo de ensino, já que o ensino deve ser centrado no aluno e fazer com que seus sentimentos, pensamentos e ações interajam durante todo o processo de elaboração dos mesmos, contribuindo para a formação de conhecimento que alcance o nível multidimensional.

Consideramos que a aprendizagem de conceitos em Ciências Naturais ocorre quando o aluno consegue estruturar cognitivamente os conteúdos da matéria de ensino por meio do processo de diferenciação progressiva que resulta na reconciliação integrativa dos conceitos que o professor deseja ensinar. Trabalhar com mapa conceitual é uma garantia de que isso pode acontecer com os alunos em qualquer nível de ensino, ainda que apresentem conhecimento prévio insatisfatório para o que se deseja ensinar.

Esperamos com este trabalho ampliar não só a divulgação dos estudos sobre mapas conceituais como também incentivar o desenvolvimento de novas investigações voltadas para essa área, dando uma contribuição para os docentes de Ciências Naturais. Esperamos que os resultados apresentados nessa pesquisa possam servir de base para pesquisas futuras envolvendo o Ensino Fundamental nas diversas regiões do Brasil.

REFERÊNCIAS

- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva*. Espanha: Paidós.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. & Hanesian, H. (1980). *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana.
- Biological Science Curriculum Study (BSCS). (1993). *Developing biological literacy*. Colorado, *Innovative Science Education*.
- Bizzo, N. (2008). *Ciências: fácil ou difícil?* São Paulo: Editora Ática.
- Bogdan, R. & Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora.
- Borges, R. M. R. & Lima, V. M. R. (2007) Tendências contemporâneas no ensino de Biologia no Brasil. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (Uvigo)*, 6(1), pp. 165-175.
- Brasil (1998). Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais: ensino de quinta a oitava séries*. Brasília: MEC/SEF.
- Chassot, A. (2004). Ensino de Ciências no começo da segunda metade do século da tecnologia. In A. C. Lopes e E. Macedo (orgs), *Currículo de Ciências em debate*, (pp. 13-45). Campinas, SP: Papirus.
- Costa, R. G.; Passerino, L. P. & Zaro, M. A. (2012). Fundamentos Teóricos do Processo de Formação de Conceitos e suas implicações para o Ensino e Aprendizagem de Química. *Ensaio: pesquisa em Educação em Ciências*, 14, pp. 31- 46.
- Erickson, F. (1986). Qualitative methods in research on teaching: In Wittrock, M. C. (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp.119-161). New York: Macmillan Publishing Co.
- Krasilchik, M. (2000). Reformas e realidade: o caso do ensino de Ciências. *São Paulo em Perspectiva*, 14(1), pp. 85-93.
- Krasilchik, M. (2004). *Prática de ensino de Biologia*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- Mendonça, C. A. S. (2012). Investigando o conhecimento dos licenciandos em Biologia sobre Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 2(3), pp. 14-24. Disponível em http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID34/v2_n3_a2012.pdf. Acesso em 10 de janeiro de 2013.
- Mendonça, C. A. S., & Moreira, M. A. (2010a). Levantamento preliminar de pesquisas sobre mapas conceituais em ciências naturais na educação básica: do pré-escolar ao segundo ciclo. *Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa/Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa*. Universidade Bandeirante de São Paulo, SP, Brasil, 6/3.
- (2010b). El uso del mapa conceptual para evaluar el aprendizaje significativo de conceptos sobre los mamíferos con alumnos de sexto año de la enseñanza fundamental. *Proceedings of the Conference International on Concepting Mapping*, Viña del Mar, Chile, 4.
- Mendonça, C. A. S. & Silva, A. M. (2010c). A Utilização de Mapa Conceitual no Desenvolvimento de Conceitos de Excreção Humana com Alunos da 7ª Série de uma escola municipal. *Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)*, 3, pp. 67-75.
- Mintzes, J. J., Wandersee, J. H., & Novak, J. D. (1997). Meaningful learning in science: The human constructivist perspective. In: G. D. Phye (Ed.), *Handbook of academic learning*. Orlando, FL: Academic Press.
- Moreira, M.A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Universidade de Brasília.
- (2008). A teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. In Masini, E. F. S.; Moreira, M. A. (Org.). *Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos* (pp. 15-44). São Paulo: Vetor.
- (2010). *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro.
- (2011a). *Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora da Livraria da Física.

- (2011b). *Metodologias de pesquisa em ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Novak, J. D. (2000). *Aprender a criar e utilizar o conhecimento: mapas conceituais como ferramenta da facilitação nas escolas e empresas*. Lisboa: Paralelo Editora.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1999). *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano.
- Novak, D. J. & Canãs, A. J. (2007). Construyendo sobre nuevas ideas constructivistas y la herramienta CmapTools para crear un nuevo modelo educativo. *Boletín de Estudios y Investigación. Proceedings of Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*, Madrid, España, 8.
- Santos, F. M. T. & Greca, I. M. R. (2006). *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias* (Coleção Educação em Ciências). Ijuí, RS: Editora Unijuí.
- Teixeira, F. M. (2006). Fundamentos teóricos que envolvem a concepção de conceitos científicos na construção do conhecimento das Ciências Naturais. *Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências*, 8(2), pp. 121-131.

SOBRE AS AUTORAS

Conceição Aparecida Soares Mendonça: Graduada em Licenciatura Plena em Ciências, com habilitação em Biologia pela Universidade de Pernambuco Campus de Garanhuns. Especialista em Ensino de Biologia pela Universidade de Pernambuco Campus de Garanhuns. Obteve Suficiência Investigadora pela Universidade de Burgos, Espanha e Doutorado em Ensino das Ciências pela mesma Universidade. Desenvolveu seu estudo de doutorado na linha de pesquisa da Aprendizagem Significativa, com enfoque em Mapas Conceituais Progressivos e seu uso em sala de aula em distintos níveis de ensino.

Felipa Pacifico Ribeiro de Assis Silveira: Possui graduação em Ciências Biológicas e em Pedagogia, mestrado em Ciências Biológicas, área de concentração em Ecologia - Universidade de Guarulhos, especialização em Educação Ambiental - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo; doutorado em Ensino de Ciências - Universidade de Burgos na Espanha (convênio com Universidade Federal do Rio Grande do Sul), desenvolvendo pesquisa em Aprendizagem Significativa. Docente do Centro Universitário Metropolitano de São Paulo (FIG - UNIMESP), ministrando aulas no Instituto Superior de Educação nas disciplinas de Prática de Ensino, Educação Ambiental e Didática.