

A construção de conceitos sobre a estrutura e a fisiologia celular por meio de mapeamento conceitual

Airton José Vinholi Júnior
Shirley Takeco Gobara

RESUMO

Analizamos a utilização de Mapas Conceituais como estratégia de ensino, aprendizagem e avaliação de situações didáticas ligadas ao conteúdo de citologia. Utilizaremos resultados de uma tese de doutorado que envolveu 56 estudantes de um curso técnico em Informática do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, campus Ponta Porã. O conteúdo de biologia celular da sequência didática foi discutido por mapas conceituais de referência para que servissem, posteriormente, como balizador na avaliação dos mapas conceituais construídos pelos estudantes ao final do processo de intervenção. Inicialmente, os estudantes foram convidados a trabalhar com mapas-teste, a fim de aprenderem a técnica em temáticas diversas e não necessariamente relacionados ao conteúdo biológico. Os critérios de análise dos mapas conceituais foram baseados nos princípios programáticos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa de Ausubel. Os resultados evidenciaram a ocorrência dos processos cognitivos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa e uma evolução cognitiva dos conceitos de citologia apresentados pelos alunos que participaram desse estudo.

Palavras-chave: Mapas conceituais. Citologia. Aprendizagem Significativa.

The construction of concepts on cell structure and physiology through conceptual mapping

ABSTRACT

We analyzed the use of Conceptual Maps as a strategy for teaching, learning and evaluation of didactic situations related to cytology content. We will use results from a doctoral thesis involving 56 students from a technical course in Computer Science at the Federal Institute of Mato Grosso do Sul, Ponta Porã campus. The content of cellular biology of the didactic sequence was discussed by reference conceptual maps to serve later as a beacon in the evaluation of the conceptual maps constructed by the students at the end of the intervention process. Initially, students were invited to work with test maps in order to learn the technique in diverse subjects and not necessarily related to the biological content. The criteria for analyzing the concept maps were based on Ausubel's

Airton José Vinholi Júnior é Doutor em Educação. Docente do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico. Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS) – Campus Campo Grande. Endereço para correspondência: Avenida Ceará, 972, Santa Fé, 79021-000 – Campo Grande/MS. E-mail: airton.bio@gmail.com

Shirley Takeco Gobara é Doutora em Didactique Des Disciplines Scientifiques. Coordenadora do Programa de Pós-Graduação (Doutorado) em Ensino de Ciências da UFMS. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)/Instituto de Física. Endereço para correspondência: Avenida Costa e Silva, S/N, Cidade Universitária, 79070-900 – Campo Grande/MS. E-mail: stgobara@gmail.com

Recebido para publicação em 20 out. 2017. Aceito, após revisão, em 30 nov. 2017.

Acta Scientiae	Canoas	v.19	n.6	p.1032-1052	nov./dez. 2017
----------------	--------	------	-----	-------------	----------------

programmatic principles of progressive differentiation and integrative reconciliation. The results evidenced the occurrence of cognitive processes of progressive differentiation and integrative reconciliation and a cognitive evolution of the concepts of cytology presented by the students who participated in this study.

Keywords: Conceptual Maps, Cytology, Meaningful Learning.

INTRODUÇÃO

A compreensão dos conceitos que envolvem a biologia celular é essencial para todas as áreas das ciências biológicas e com aplicações práticas na medicina, na agricultura e na biotecnologia. Exemplos notáveis incluem o desenvolvimento de novas drogas especificamente direcionadas a interferir no crescimento de células cancerosas e no uso potencial de células-tronco para substituir os tecidos danificados visando o tratamento de pacientes que sofrem de vários tipos de doenças como diabetes, Alzheimer, lesões na coluna vertebral e doenças cardíacas (VINHOLI JUNIOR, 2015).

Em virtude deste campo da biologia ser uma área de pesquisa de acelerado desenvolvimento, é relevante compreender sua base experimental, assim como o estado atual deste conhecimento. Na esfera educacional, é essencial que os alunos tenham um bom conhecimento sobre a unidade fundamental da vida – a célula; suas propriedades básicas e a apreciação das semelhanças e diferenças entre os seus mais variados tipos.

No âmbito construtivista de ensino, os professores podem estruturar ambientes de sala de aula com a intenção de maximizar a aprendizagem do aluno, mas esse aprendizado é caracterizado pelo trabalho interativo dos estudantes (BRANSFORD *et al.*, 2000). As interações entre os conhecimentos prévios dos alunos e a potencialidade do material que estará disponível para auxiliar o aprendizado podem ser variáveis-chave na promoção da aprendizagem de novas ideias biológicas.

Os fenômenos biológicos, especialmente os que envolvem a biologia celular, costumam ser ensinados via aplicação de uma série de conhecimentos previamente memorizados – aprendizagem mecânica (AUSUBEL *et al.*, 1978). Entretanto, para a ocorrência da aprendizagem significativa ela requer a elaboração de hipóteses e investigações, associadas à criatividade, à lógica e aos conhecimentos anteriores, o que vem a culminar em algo que sacia, mesmo que parcialmente, nosso desejo de compreender o mundo, o que poderá ser mediado pelo uso da modelagem ou simplesmente modelos (FERREIRA; JUSTI, 2008).

Assim sendo, a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), referencial teórico e metodológico utilizado nesta pesquisa, apoia-se no fato dela priorizar o conhecimento das estruturas cognitivas dos educandos, e como elas desenvolvem-se durante o processo de ensino e de aprendizagem. A estrutura cognitiva de um indivíduo é caracterizada principalmente pelos aspectos implícito e pessoal e por estar sujeita às modificações ao longo do processo, ou seja, em constantes evoluções. Partindo desse pressuposto e considerando o desenvolvimento de um mecanismo que pudesse auxiliar seus discentes a explicitarem suas estruturas cognitivas, Novak desenvolveu, em meados da década de 70 do século passado, os mapas conceituais.

OS MAPAS CONCEITUAIS

Desenvolvidos no sentido de possibilitar uma organização do conhecimento por meio de diagramas que indicam relações de hierarquias entre os conceitos, os mapas conceituais são considerados como importante ferramenta para os processos de ordenação e representação qualitativa do conhecimento de determinado conteúdo, uma vez que favorecem a visualização de ligações estabelecidas entre ideias-chave (NOVAK; GOWIN, 1996). Compreendidos como diagramas hierárquicos que indicam relações entre conceitos, podem ser interpretados como diagramas que refletem a organização conceitual de uma disciplina ou parte dela. Os mapas também podem ser usados como instrumento de avaliação qualitativa. Nesse sentido, um aspecto relevante a ser considerado é que o mapa conceitual de um determinado aprendiz deve ser sempre entendido como um mapa e não o mapa de um certo conjunto de conceitos. Assim, não devemos julgá-lo como um mapa certo ou errado. Ele deve ser sempre entendido como uma imagem, uma fotografia instantânea da estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja, a forma como os conceitos estão organizados em sua estrutura cognitiva em um determinado momento.

Os mapas conceituais permitem ao estudante representar uma organização conceitual a partir das relações que ele construiu durante o processo de aprendizagem de uma determinada área de conhecimento e em um determinado momento, além de propiciar-lhe a reorganização e/ou reelaboração do próprio conhecimento. Na visão de Moreira (2006),

[...] se entendermos a estrutura cognitiva de um indivíduo, em uma certa área de conhecimento, como o conteúdo e organização conceitual de suas ideias nessa área, mapas conceituais podem ser usados como instrumentos para representar a estrutura cognitiva do aprendiz. (MOREIRA 2006, p.19)

Considerando-se o aspecto de um diagrama hierárquico esquemático de conceitos, os mapas conceituais representam o modo como o aluno relaciona e incorpora os novos conceitos em sua estrutura cognitiva, os quais aparecem destacados e ligados por meios de relações entre eles, também denominados conectores.

Na visão de Moreira (2006), em princípio,

[...] os diagramas apresentados pelos estudantes podem ter uma ou mais dimensões. Mapas unidimensionais são apenas listas de conceitos que tendem a apresentar uma organização linear vertical. Embora simples, tais diagramas são apenas uma visão superficial da organização conceitual e, portanto, representativa da falta de incorporação dos novos conceitos de uma disciplina pelo estudante. Mapas bidimensionais, por outro lado, tiram partido não apenas da dimensão vertical, mas também da horizontal e, portanto, permitem uma representação mais completa das relações entre conceitos de uma disciplina pelo aprendiz. Obviamente, mapas com maior número de dimensões permitiriam uma representação ainda melhor

dessas relações e possibilitariam a inclusão de outros fatores que afetam a estrutura conceitual da disciplina. (MOREIRA, 2006, p.10)

O autor ainda afirma que mapas conceituais com duas dimensões são mais elementares e familiares. Ademais, mapas conceituais tridimensionais não mais seriam representações concretas de estruturas conceituais e sim abstrações matemáticas de limitada utilidade para fins instrucionais (MOREIRA, 2006).

Existem aspectos da teoria de Ausubel que são essenciais na construção de mapas conceituais. No primeiro, Ausubel idealiza o desenvolvimento de novas aprendizagens como construções com base em conceitos relevantes e proposições já existentes em uma estrutura de conhecimentos do indivíduo (ALEGRO, 2008). No segundo aspecto, avalia a estrutura cognitiva como organização hierárquica, com os conceitos mais inclusivos ocupando os níveis superiores na hierarquia, e os conceitos mais específicos, incorporados pelos conceitos mais gerais. Em um terceiro aspecto, quando se configura a Aprendizagem Significativa, as relações entre os conceitos tornam-se mais evidentes, precisas e integradas com outros conceitos e proposições (NOVAK; CAÑAS, 2006).

Enquanto recurso didático, os mapas conceituais podem ser utilizados como instrumento viável para introduzir, desenvolver ou concluir conteúdos de uma única aula, um tópico de estudo, uma disciplina ou até de um curso (MOREIRA, 2006). De forma análoga a outros materiais de instrução, os mapas conceituais não isentam as explicações do professor. Ao propor-se a realização de atividades com mapeamento conceitual, é aconselhável que o professor oriente sobre os objetivos pretendidos. Um mapa conceitual deve ser um instrumento flexível e, para tanto, existem diversas formas de utilizá-lo de acordo com a compreensão de cada professor. Além disso, a natureza idiossincrática de um mapa, dada por quem o elaborou, torna necessário que o professor o utilize evidenciando o princípio da diferenciação progressiva e ou a reconciliação integradora, evidenciando ao aprendiz a organização hierárquica da disciplina através do mapa, se utilizá-lo como recurso instrucional.

Considera-se também que o mapa conceitual apresenta condições favoráveis para a externalização do conhecimento pessoal dos estudantes, visto que ele permite expressar sínteses contendo o conteúdo mais significativo das suas ideias, enfatizando não apenas a descrição mecânica do conceito memorizado, mas, por meio dos conectivos e proposições geradas, transmitindo pensamentos, isto é, expressando o fato e a sua interpretação. Na visão de Alegro (2008), a elaboração de um mapa conceitual requer orientação e acompanhamento dos alunos, visto tratar-se de procedimento complexo, cujo conteúdo é expresso por conceitos, conectivos, proposições e exemplos, e pelo próprio desenho esquemático que resulta da sua organização.

Assim sendo, objetivamos com a realização deste trabalho analisar a utilização de Mapas Conceituais como estratégia de ensino, aprendizagem e avaliação sobre aspectos estruturais e fisiológicos das células, verificando, com base na TAS, o processo de aprendizagem significativa de conceitos de citologia.

METODOLOGIA

Em consonância com os pressupostos da pesquisa qualitativa, esta investigação consistiu em uma pesquisa-intervenção na qual analisamos diversas situações de ensino e aprendizagem por meio de mapas conceituais visando a promover aprendizagem significativa de conceitos estruturais e fisiológicos da célula.

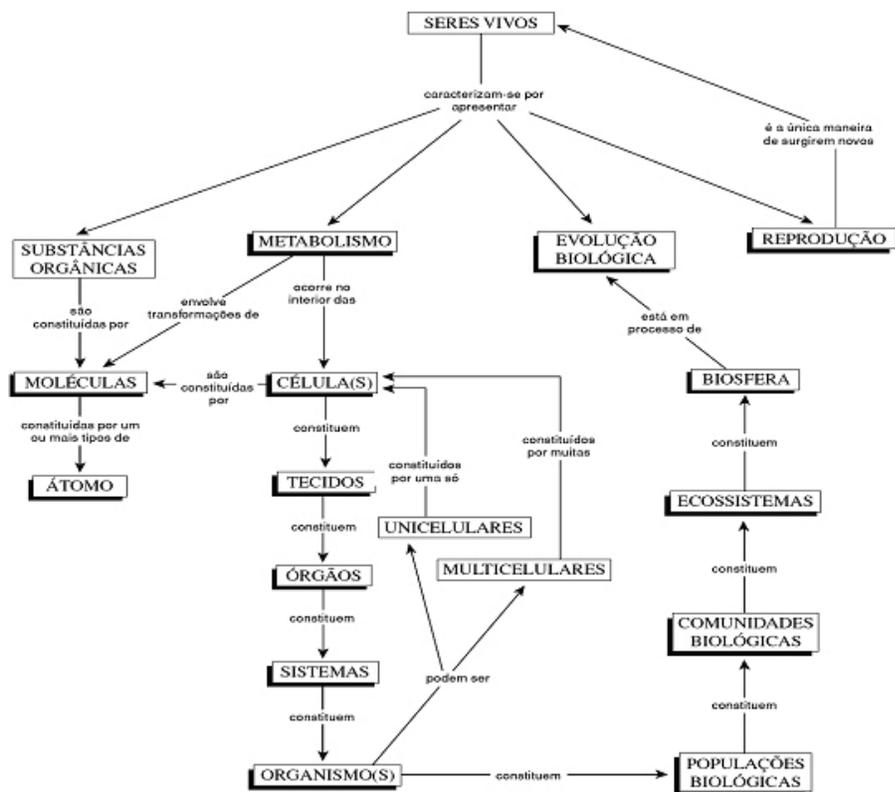
A apresentação da célula foi realizada pelo docente pesquisador de forma a instigar o estudante a compreendê-la como componente estrutural de composição, organização e classificação dos seres vivos, abordando, entre outros aspectos, sua composição química e as principais características dos seres vivos (metabolismo, crescimento, reprodução e hereditariedade, mutabilidade, excitabilidade, etc.), organizada segundo uma hierarquia ausubeliana de aula, em que os conceitos mais gerais foram ministrados inicialmente, diferenciando-os em contextos mais específicos no decorrer das explicações.

É válido considerar esse fator na elaboração ou escolha de um material de aprendizagem, assim como as características de não arbitrariedade e substantividade, que são de fundamental importância, uma vez que podem determinar se o material será potencialmente significativo, e, assim, relacionável à estrutura cognitiva do estudante. No entanto, conforme preconiza Ausubel et al. (1980), o estudante pode optar inicialmente pela memorização porque assim o fez ao longo de sua vida escolar, mesmo que o material seja potencialmente significativo.

Após intervenções que foram realizadas com modelagem didática sobre aspectos de biologia celular, expostas no trabalho de Vinholi Junior (2015), foram apresentados aos discentes esclarecimentos quanto às formas e possibilidades de construção de um mapa conceitual, visto que a grande maioria dos estudantes não conhecia essa estratégia.

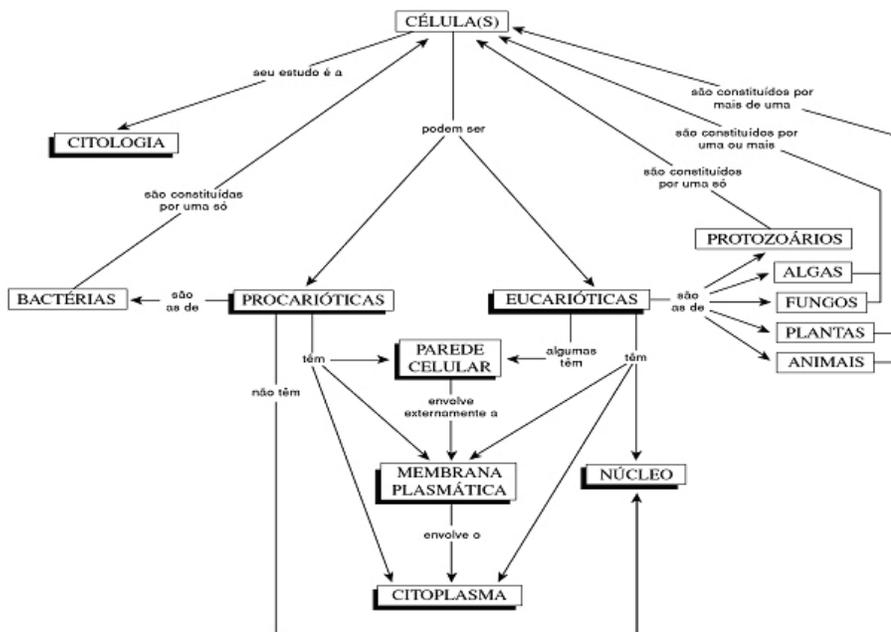
Os mapas conceituais foram utilizados como recurso para o desenvolvimento das aulas e também para o processo de ensino. O conteúdo de biologia celular foi discutido, inicialmente, por mapas conceituais de referência, exemplificados pelas figuras 1 e 2 para que servissem, posteriormente, como balizador na avaliação dos mapas conceituais construídos pelos estudantes ao final do processo de intervenção.

FIGURA 1 – Mapa conceitual de referência sobre a organização e características dos seres vivos.



Fonte: Amabis e Martho (2001).

FIGURA 2 – Mapa conceitual de referência sobre os reinos biológicos e características celulares.



Fonte: Amabis e Martho (2001).

Os estudantes foram convidados a trabalhar com mapas-teste, a fim de aprenderem a técnica, inicialmente, por meio de temáticas diversas e não necessariamente relacionados ao conteúdo biológico. Muitos deles optaram por assuntos relacionados à música, esportes e informática, área do curso em que estavam matriculados na Instituição.

A próxima etapa implicou a elaboração, por parte dos estudantes e de forma individual, de um mapa conceitual relacionado à célula. Em data estipulada como a de realização de uma prova sobre o assunto, tradicionalmente utilizada pelo docente, ao invés de aplicá-la, ele solicitou a construção de um mapa conceitual, a ser confeccionado sem o auxílio de livro texto ou qualquer outro material. O tempo de atividade para a construção dos mapeamentos foi de 90 minutos (duas aulas seguidas).

Os mapas, depois de terminados, foram entregues em folhas de caderno/papel sulfite. Sabemos que as confecções de mapas conceituais de uma forma geral, na grande maioria das vezes, ocorreram em folhas de papel e utilizando-se de lápis e caneta. Porém, foram criados programas/softwarens enfocando especialmente o mapa conceitual. Um deles é o *Cmap Tools*,¹ que possibilita a construção dos mapas de forma a ser supervisionada pelo docente ou fazendo parte de uma rede coletiva e colaborativa, propiciando o intercâmbio

¹ Software que permite a criação, edição e formatação de mapas conceituais. Disponível em: <<http://cmap.ihmc.us/>>.

de informações sobre o/s tópico/s abordado/s no mapeamento conceitual. Assim, os Mapas Conceituais construídos pelos alunos foram transpostos para o programa *Cmap Tools*, visando a proporcionar um favorecimento na observação dos mapeamentos, bem como exercitar a utilização do programa.

A solicitação da criação do mapa conceitual por parte dos alunos teve como principal objetivo explicitar a organização conceitual e de ideias de cada um deles, evidenciando a forma e a seleção das palavras de ligação, as relações conceituais, a capacidade de extrair os conceitos mais inclusivos do texto e de diferenciá-los.

Os critérios de análise dos mapas conceituais, que foram adotados, têm amparo nas estratégias para avaliação de mapas conceituais propostas por Novak (2000) e utilizadas por Mendonça (2012). Os autores apontam que essa avaliação apoia-se no mapa conceitual para um certo conteúdo, baseada nos princípios programáticos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa de Ausubel. As características que diferenciam as categorias dos mapas conceituais estão apresentadas no quadro 1.

QUADRO 1 – Características e informações relevantes sobre as categorias de agrupamentos de análise dos mapas conceituais, adaptadas de Mendonça (2012).

Categorias	Características	Informações Relevantes
Mapa Conceitual Bom (MB): indica maior compreensão do tema	Contém informações conceituais relevantes, está bem hierarquizado, com o conceito mais inclusivo no topo, em seguida os intermediários e posteriormente os mais específicos.	Palavras de ligação adequadas; com ligações cruzadas; ausência de repetição de conceitos e informações supérfluas; proposições corretas.
Mapa Conceitual Regular (MR): indica pouca compreensão do tema	Apresenta (alguns) conceitos centrais do tema, mas, ainda assim, com uma hierarquia apreciável.	As palavras de ligação e os conceitos não estão claros. Realiza ligações cruzadas ou não. Muitas informações detalhistas e a repetição de conceitos.
Mapa Conceitual Insuficiente (MI): indica ausência de compreensão do tema	Não apresenta os conceitos centrais do tema, muito pobre em conceitos sobre o conteúdo trabalhado.	Hierarquia básica, demonstrando sequências lineares e conhecimentos muito simples. Faltam relações cruzadas, com palavras de ligação; são muito simples.

Fonte: Mendonça, 2012.

Buscando diagnosticar evidências de Aprendizagem Significativa nos mapas conceituais, levamos em consideração aspectos fundamentais de análise de mapeamento conceitual: qualidade de conceitos válidos e significativos e de ligações simples e cruzadas, relevância das caixas de conceitos e proposições apresentadas, exemplos válidos e viáveis. Foram analisados mapas conceituais dos 56 estudantes participantes da pesquisa.

Os participantes foram esclarecidos sobre a importância desse trabalho e preencheram os Termos de Consentimento e Livre Esclarecimento (TCLE). Este trabalho teve a

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS

Buscando amparo nas ideias de Novak (1988, p.39–40), que afirma que os mapas conceituais são instrumentos úteis para negociar significados, enfocamos que o ponto mais relevante que se deve considerar neste sentido refere-se à negociação de significados no contexto da atividade de educar, no qual os alunos, em sua maioria, contribuem com algo de si mesmos para a negociação, não sendo uma página em branco na qual se deve escrever ou um depósito vazio a ser preenchido.

Valendo-nos das ideias de Novak e Gowin (1988), concordamos que, para compreender o valor do mapa conceitual como meio de compartilhar significados, deveríamos deixar muito claro que não há um mapa conceitual unívoco e definitivo sobre qualquer assunto, já que, em sua elaboração, o indivíduo manifesta seus próprios conceitos prévios, anteriormente aludidos, no nível de hierarquização deles, segundo a importância que se estabeleça entre eles, o nível de inclusão que perceba tais conceitos.

Essa ideia é complementada por Peña et al. (2005), que acreditam no princípio que a aprendizagem é uma experiência que se vive individualmente, mas o conhecimento é um fato que pode ser compartilhado. Os significados próprios do conhecimento apresentam a possibilidade de ser intercambiados e, ainda, negociados com outros colegas, a fim de obter-se a construção, por exemplo, de um mapa conceitual consensual entre todos, no qual se somam os conceitos mais significativos, previamente negociados, de cada um dos alunos.

Partindo do pressuposto que a construção colaborativa é característica de um mapa de consenso, optamos pela apresentação dos mapas conceituais visando à interação e à negociação de significados, uma vez que leva o estudante a avaliar seu próprio processo de aprendizagem, detectando quando há concepções equivocadas expostas no mapa e identificando possíveis hierarquizações associadas aos princípios da diferenciação progressiva de conceitos, assim como da reconciliação integrativa.

Optamos, também, por não solicitar aos estudantes a entrega de novos mapas conceituais após as apresentações, pois não havia mais tempo hábil no semestre letivo para tal realização. As discussões dos mapas conceituais pelos estudantes podem cumprir uma útil função de aprendizagem, como consequência das animadas discussões em sala de aula observadas nesta pesquisa.

Os mapas conceituais construídos pelos estudantes foram analisados qualitativamente. Estabelecemos critérios de classificação quanto à hierarquia e aos princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, adaptadas de Mendonça (2012).

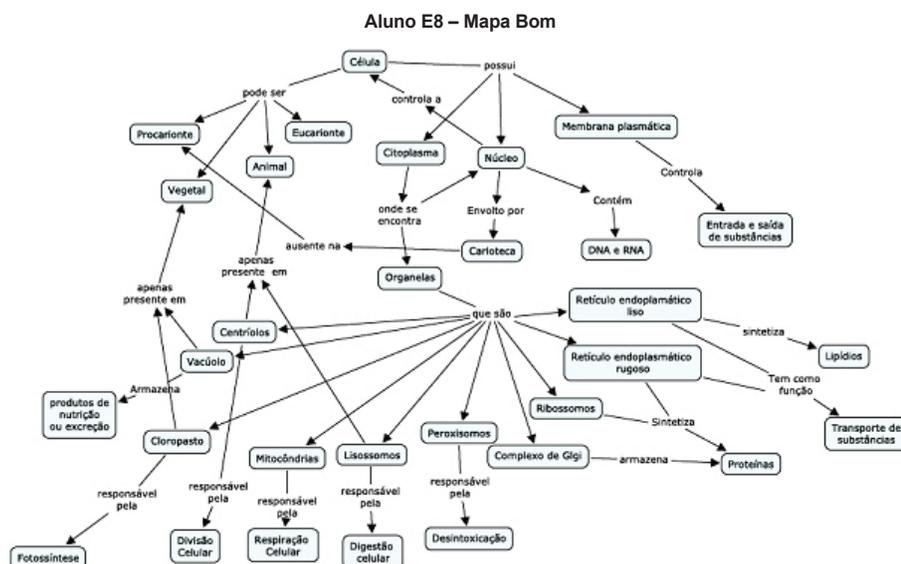
Evidenciamos que quase a metade dos estudantes envolvida na pesquisa construiu mapas conceituais com boa qualidade, bem como a implementação dos outros instrumentos utilizados na pesquisa, contribuíram para aprendizagem de conceitos de biologia celular, uma vez que auxiliou o aluno na ordenação e estruturação do conhecimento na biologia celular. Vinte e três estudantes, perfazendo 41,1%, fizeram mapas conceituais que foram categorizados como MB (Mapa Bom). Vinte e um estudantes (37,5%) foram categorizados como MR (Mapa regular). Doze estudantes, perfazendo 21,4% dos discentes não conseguiram obter sucesso com a estratégia, produzindo mapas conceituais com baixa qualidade (MI).

Uma vez analisado todo o processo de intervenção, os mapas revelaram, em sua maioria, indícios de Aprendizagem Significativa, embora nos mapas de alguns estudantes também se observaram vestígios de uma aprendizagem mecânica, visto que, após as intervenções, eles apresentaram conceitos errôneos e desarticulados. Alguns exemplos típicos observados nesses mapeamentos: seres procariontes não são vivos, a membrana plasmática é uma organela presente no citoplasma, e a fotossíntese é a respiração da célula vegetal, entre outros.

No entanto, a frequente adoção do significado de Aprendizagem Significativa como um produto final “pronto, acabado e correto” é um aspecto que precisa ser analisado e estudado com mais atenção. O real significado do conceito demanda que o conhecimento do aluno seja analisado como um ponto (provisório) no *continuum* entre a aprendizagem mecânica e a significativa e a ausência dessa interpretação é um forte indicador de apropriação inadequada da Teoria de Aprendizagem Significativa. Nenhum material produzido pelo aluno representará a totalidade do seu conhecimento e, portanto, avaliar o seu conhecimento, com base no referencial ausubeliano, significa interpretar as várias evidências de aprendizagem que ele apresenta como parte do seu conhecimento num dado momento (LEMOS, 2005).

A análise na perspectiva qualitativa dos mapas conceituais demonstrou as relações conceituais apresentadas por cada estudante de acordo com sua compreensão. Para fins de exemplificação neste artigo, foram analisados três mapas conceituais confeccionados pelos estudantes (um bom – figura 3; um regular – figura 4 e um insuficiente – figura 5), no final da sequência didática.

FIGURA 3 – Mapa conceitual construído pelo aluno E8.

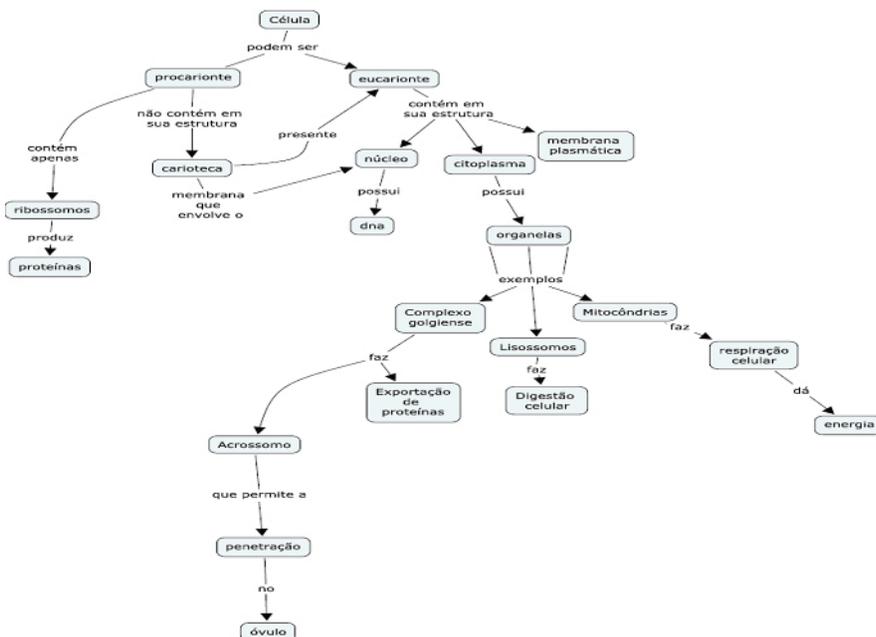


Fonte: a pesquisa.

O estudante E8 apresentou os principais conceitos que concernem ao estudo da célula como unidade isolada. Ele apontou todas as três partes da célula (membrana plasmática, citoplasma e núcleo), bem como as organelas com suas respectivas funções. Sob o ponto de vista de classificação, relacionada à organização celular e aos tipos de células eucariontes (animais e vegetais) apontadas pelo estudante, apresentou a hierarquização entre os conceitos em que os mais inclusivos encontram-se na porção superior, demonstrando a diferenciação das informações até os conceitos mais específicos. É rico em exemplos e apresenta palavras de ligação coerentes e ligações cruzadas.

FIGURA 4 – Mapa conceitual construído pelo aluno E4.

Aluno E4 – Mapa Regular

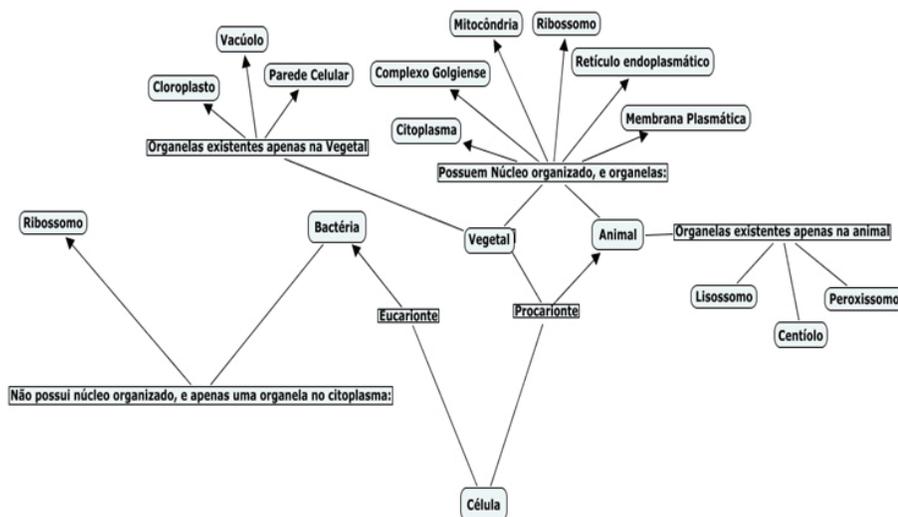


Fonte: a pesquisa.

O estudante E20 introduz no ápice do mapa conceitual a célula, diferenciando o conceito em procariontes e eucariontes. Embora exista boa organização conceitual, uma vez que o estudante aponta os conceitos dos mais gerais aos mais específicos no seu mapa, ele apresenta somente três organelas, demonstrando pouco domínio do campo citoplasmático. Nesse mapa, embora ele tenha conseguido estabelecer razoável quantidade de relações conceituais, demonstrando ligeira compreensão dos tópicos abordados no estudo da célula, esses conectores não são relevantes, caracterizando-se como um mapa regular.

FIGURA 5 – Mapa conceitual construído pelo aluno E36.

Aluno E36 – Mapa Insuficiente



Fonte: a pesquisa.

O estudante E36 construiu um mapa conceitual insuficiente em função das relações/representações entre os conceitos. Inicia o conceito principal (célula) na parte basal do mapa, ramificando-se a classificação celular quanto à organização (procariontes e eucariontes), exemplificando erroneamente os seres pertencentes a essa classificação. Diferencia células vegetais e animais como procariontes e aponta a membrana plasmática como item presente somente em procariontes. Exemplifica parede celular como organela e não aponta nenhum aspecto de fisiologia celular. Além disso, não colocou nenhuma palavra de ligação entre conceitos, impossibilitando uma análise dos conhecimentos relacionados às proposições que pudessem ser formuladas entre os conceitos.

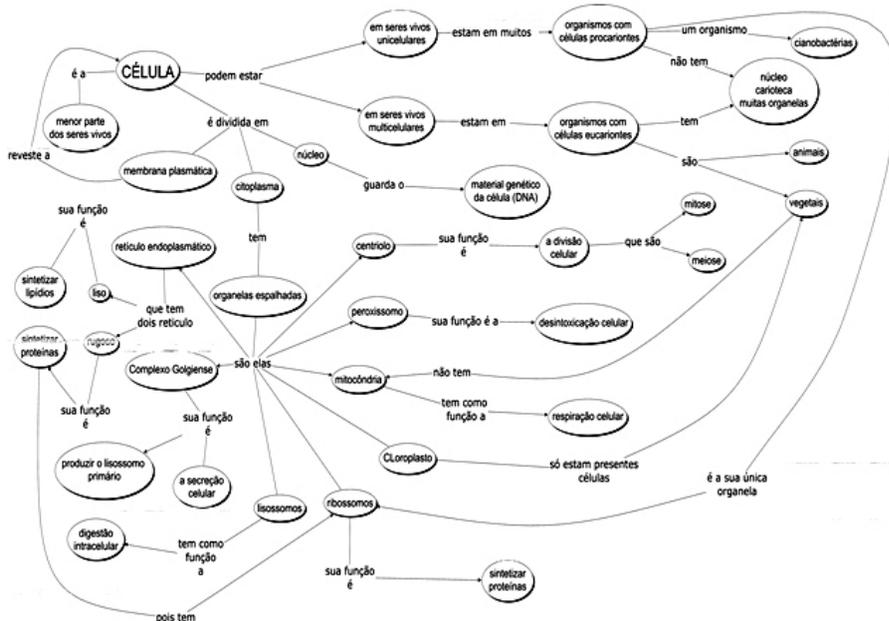
Consideramos como condição mais plausível para a verificação de indícios da ocorrência de Aprendizagem Significativa a análise das relações entre os conceitos apresentados nos mapas conceituais com os conhecimentos preexistentes.

Após a sequência de ensino, os estudantes foram capazes de construir proposições baseadas nos conceitos abordados em aula, juntamente com as intervenções e não somente na importância da célula na “composição” dos seres vivos, mas sim como uma unidade morfofuncional responsável por critérios biológicos de classificação e organização dos seres vivos.

A análise dos mapas conceituais permitiu evidenciar que uma quantidade expressiva dos estudantes conseguiu expressar de forma correta, no final do processo de intervenção,

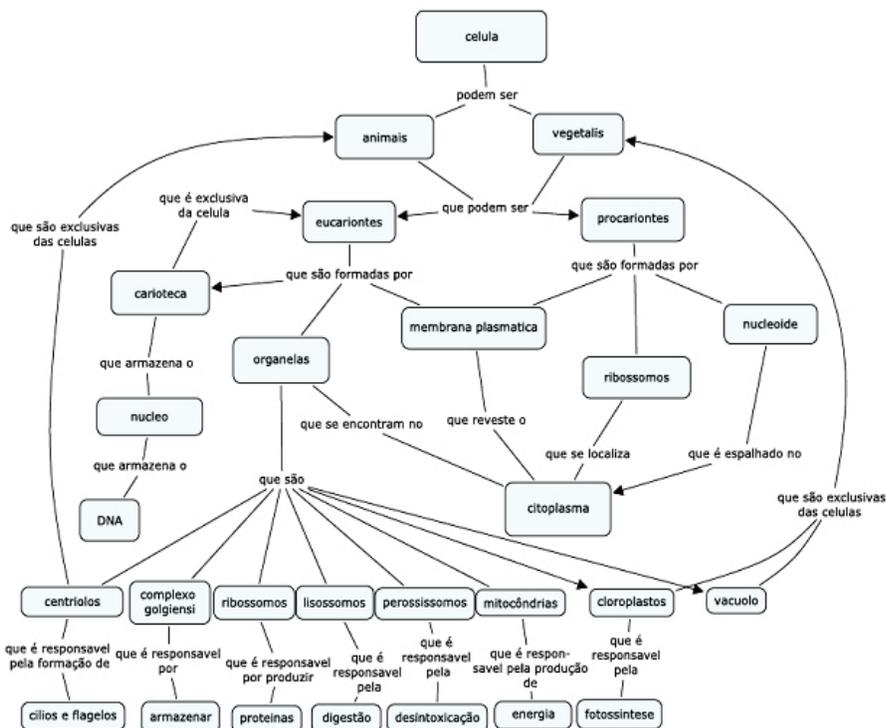
aspectos relevantes da célula, ao diferenciar, de forma mais consistente, os conceituais apresentados nos mapas e maximizar as terminologias sobre o tema, exemplificadas, por exemplo, nas figuras 6, 7 e 8 que representam, respectivamente, mapas conceituais construídos pelos alunos E55, E53 e E7.

FIGURA 6 – Mapa conceitual bom, construído pelo aluno E21.



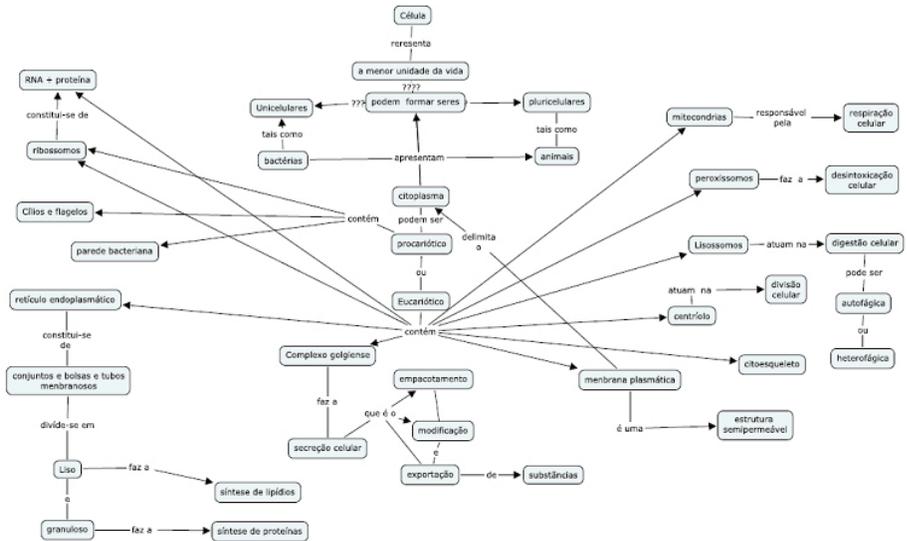
Fonte: a pesquisa.

FIGURA 7 – Mapa conceitual bom, construído pelo aluno E53.



Fonte: a pesquisa.

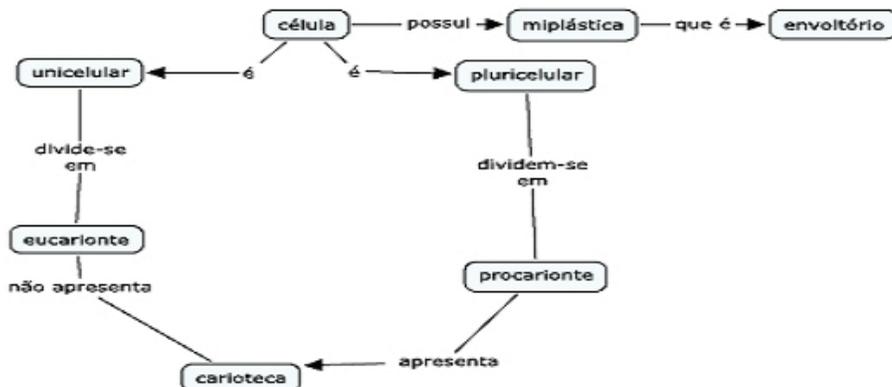
FIGURA 8 – Mapa conceitual bom, construído pelo aluno E7.



Fonte: a pesquisa.

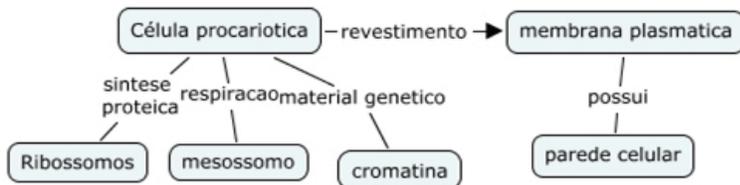
No entanto, alguns estudantes evidenciaram dificuldades na hierarquização dos conceitos apresentados nos mapas. Isso pode ser influência do histórico de estudo da maioria dos estudantes, pois, em todo o ensino anterior da maioria deles, a forma de hierarquizar não foi essa, uma vez que o ensino tradicional da maioria das escolas ainda preconiza uma aprendizagem mecânica, não valorizando os princípios de hierarquização. Naqueles mapas considerados insuficientes, percebemos as dificuldades manifestadas pelos estudantes sobre os assuntos da biologia celular. Ao todo, foram doze mapas conceituais considerados insatisfatórios, com apresentação de conhecimentos superficiais, evidenciados por sequências lineares, pobres em palavras de ligação e ligações cruzadas e com conceitos errôneos. Exemplos podem ser visualizados nos mapas conceituais dos alunos E25, E42 e E50 (Figuras 9, 10 e 11) respectivamente.

FIGURA 9 – Mapa conceitual insuficiente, construído pelo aluno E25.



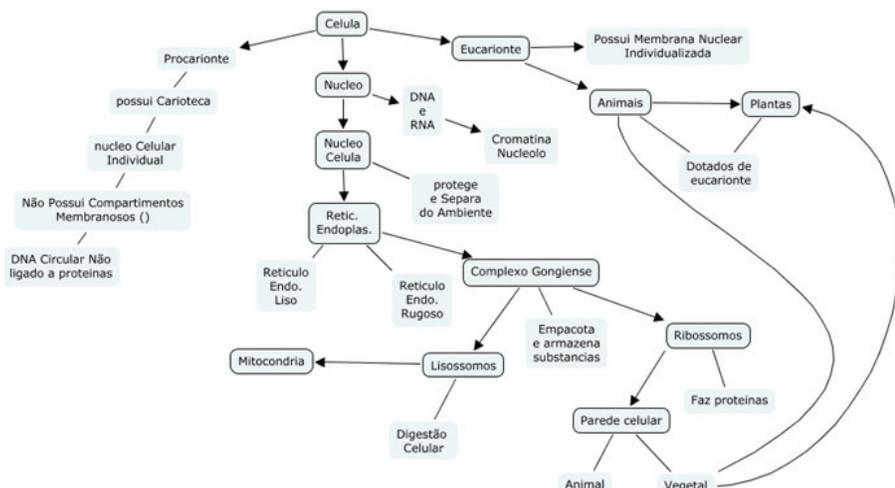
Fonte: a pesquisa.

FIGURA 10 – Mapa conceitual insuficiente, construído pelo aluno E42.



Fonte: a pesquisa.

FIGURA 11 – Mapa conceitual insuficiente, construído pelo aluno E50.



Fonte: a pesquisa.

Buscamos também, na literatura, autores que utilizaram mapas conceituais em suas pesquisas, realizadas no âmbito da Aprendizagem Significativa, para verificar as possíveis aproximações e/ou convergências de resultados obtidos nos estudos de Trindade e Hartwig (2012), Antunes et al. (2013), Mendonça et al. (2013) e Pinto e Amaral (2014). Esses autores apontam as potencialidades desse recurso como instrumento de pesquisa, de ensino e de avaliação da aprendizagem.

Como consequência das dificuldades dos alunos relacionadas aos conceitos de maior abstração de química, Trindade e Hartwig (2012) utilizaram a Aprendizagem Significativa conforme a teoria de Ausubel e, como forma de avaliação da aprendizagem, recorreram à elaboração de mapas conceituais. As maiores dificuldades apontadas pelos autores estiveram relacionadas à ausência de exemplos nos mapas e à correta construção de proposições, apoiadas em palavras de ligação apropriadas. Concluíram, ainda, que a estratégia dos mapas conceituais é um recurso válido para sondar em profundidade as limitações e as potencialidades de aprendizagem dos estudantes, mesmo em terrenos muito áridos, onde predomina a falta de motivação para a Aprendizagem Significativa e a ausência de recursos materiais.

Pinto e Amaral (2014) apresentaram os resultados de uma experiência na disciplina de biologia de um curso técnico, utilizando o mapa conceitual como instrumento de avaliação da aprendizagem dos impactos ambientais que podem ocorrer na geração de alguns tipos de energia. Para essa aprendizagem, construíram um material a partir dos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa, principalmente por meio do princípio da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Os mapas conceituais construídos pelos alunos mostraram que estes estruturam, hierarquizam, diferenciaram, relacionaram e integraram conceitos dos vários tipos de impactos ambientais.

Em pesquisas utilizando mapas conceituais, Antunes et al. (2013) verificaram a eficácia dos mapas como metodologia diferenciada para construção do conhecimento pelos estudantes sobre Sistema Nervoso, conteúdo, muitas vezes, considerado como complexo e de difícil compreensão no ensino médio. Neste sentido, propuseram e avaliaram uma sequência de ensino para construção de mapas como instrumento de avaliação. Ao final da proposta, as autoras verificaram que 74% dos estudantes construíram mapas excelentes quanto ao número de conceitos, organização e criatividade, indicando que houve importante favorecimento do recurso na construção do conhecimento e para Aprendizagem Significativa.

Mendonça et al. (2013) utilizaram a inserção e as análises progressivas de mapas conceituais construídos antes, durante e após o estudo de cinco diferentes temas ligados à área de ciências naturais (Água, Solo, Mamíferos, Sistema Respiratório e Elefantes). Os autores concluíram, após suas análises, que a metodologia proposta provocou reflexão individual e coletiva sobre os conceitos e as relações que os alunos estabeleceram entre si para caracterizar os diferentes temas estudados. Também, apontaram que os mapas incluem um maior comprometimento do professor com formas diferentes de ensino, na busca por dar sentido ao que está sendo feito.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito deste artigo ao trazer os resultados dessa investigação foi sugerir as potencialidades da utilização de mapas conceituais como estratégia de ensino, aprendizagem e avaliação sobre aspectos estruturais e fisiológicos das células, verificando, com base na TAS, o processo de aprendizagem significativa de conceitos de citologia.

De forma geral, observamos que os estudantes apresentaram a predisposição inicial para aprender, visto que havia uma satisfatória relação afetiva entre eles e o professor pesquisador, bem como, uma empatia e boa receptividade com a proposta metodológica de construção dos mapas conceituais para a aprendizagem dos novos conteúdos. Esses fatores foram cruciais para a manutenção da predisposição durante todo o desenvolvimento do trabalho.

Nesta pesquisa, os mapas conceituais foram utilizados para a verificação de Aprendizagem Significativa. Ao invés de preocupar-nos em atribuir um escore ao mapa traçado pelos estudantes, empenhamo-nos em interpretar a informação dada por eles, tentando buscar evidências de Aprendizagem Significativa.

A análise dos mapas conceituais permitiu enquadrá-los em três categorias (mapas bons, regulares e insuficientes). Nos mapas conceituais considerados bons, encontramos hierarquização adequada, riqueza de informações e princípios como diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Para os mapas regulares e insuficientes, as palavras de ligação e os conceitos não estão claros. Percebemos poucas ligações cruzadas ou essas foram ausentes. As hierarquias se apresentaram básicas e as sequências muito lineares.

Do ponto de vista biológico, observamos que os estudantes organizaram mapas conceituais bons mais focados em aspectos estruturais e morfológicos, apontando conexões fisiológicas mais em nível de função das organelas citoplasmáticas. Houve diferenciação de conceitos mais gerais aos mais específicos na maioria dos mapas analisados, principalmente no tocante à classificação dos tipos celulares (procariontes e eucariontes; animais e vegetais) e reconciliação integradora sob aspectos fisiológicos aos estruturais. Isso pôde ser mais observado em nível de membrana plasmática e núcleo.

O mapa conceitual contribui com valores intrínsecos, porque ajuda aqueles que o utilizam a explicitar o conteúdo de sua própria aprendizagem e a organizá-lo de forma lógica e idiossincrática. Após nossas análises, a escolha do uso dos mapas conceituais como instrumento para esta pesquisa mostrou-se relevante por sua utilidade no âmbito dos princípios que inspiram a metodologia qualitativa de investigação.

Os resultados evidenciaram a ocorrência dos processos cognitivos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa e uma evolução cognitiva dos conceitos de citologia apresentados pelos alunos que participaram desse estudo, pois os Mapas Conceituais contribuem para especificar e/ou reorganizar as relações existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Considerando a natureza do material utilizado, que possibilitou a construção de mapas conceituais pelos estudantes e a predisposição dos mesmos, manifestada pelo

envolvimento com o conteúdo a ser aprendido, bem como a intencionalidade do professor em organizar o conteúdo de acordo com os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, evidenciando-se que a referida proposta apresenta os elementos essenciais, o que a caracteriza como potencialmente significativa. Nesse sentido, a teoria ausubeliana ofereceu uma base teórica e epistemológica favorável para a criação de novas situações no ensino e na aprendizagem de conteúdos biológicos.

REFERÊNCIAS

- ALEGRO, R. C. *Conhecimento prévio e aprendizagem significativa de conceitos históricos no ensino médio*. 2008. 239p. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Paulista Júlio Mesquita Filho. Marília, 2008.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. *Guia de apoio didático para os três volumes da obra Conceitos de biologia: objetivos de ensino, mapeamento de conceitos, sugestões de atividades*. São Paulo: Moderna, 2001.
- ANTUNES, A. M.; FARIA, J. C. N. M.; LEITE, V. R. M. Mapas conceituais no ensino de ciências: construindo conhecimentos sobre sistema nervoso. *Experiências em Ensino de Ciências* v.8, n.3, p.22–38, dez. 2013.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Educational psychology: A cognitive view*. New York, Holt: Rinehart and Winston, 1978.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BRANSFORD, J. D.; BROWN, A. L, COCKING, A. R. *How people learn: Brain, mind, experience and school*. National Research Council. Washington, DC: National Academy Press, 2000.
- FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. Modelagem e o “Fazer Ciência”. *Química Nova na Escola*, v.28, p.32–36, maio 2008.
- LEMO, E. S. (Re)Situando a teoria da aprendizagem significativa na prática docente, na formação de professores e nas investigações educativas em ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v.5, n.3, p.38–51, set. 2005.
- MENDONÇA, C. A. S. *O uso do mapa conceitual progressivo como recurso facilitador da aprendizagem significativa em ciências naturais e biologia*. 2012. 348p. Tese (Doutorado em Enseñanza de las Ciencias) – Universidad de Burgos. Burgos, 2012.
- MENDONÇA, C. A. S.; MOREIRA, M. A.; PACIFICO, F. S. A. R. O uso de mapas conceituais progressivos como recurso facilitador da aprendizagem significativa em ciências naturais e biologia. In: IX CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS. GIRONA. IX CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS. *Anais...* 2013.
- MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e diagramas V*. Porto Alegre: UFRGS. 2006.
- NOVAK J. D.; CAÑAS, A. J, The origins of the concept mapping tool and the continuing evolution of the tool. *Information Visualization*, v.5, 175–184, 2006.

NOVAK, J. D. A demanda de um sonho: a educação pode ser melhorada. In: MINTZES, J. J.; WANDERSSE, J. H.; NOVAK, J. D. *Ensinando ciência para a compreensão* (p.22–44). Lisboa: Plátano, 2000.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Aprendendo a aprender*. Lisboa: Plátano/Edições Técnicas. 1996.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca, 1988.

PEÑA, A. O.; BALLESTROS, A.; CUEVAS, C.; GIRALDO, L.; MARTÍN, I.; MOLINA, A.; RODRÍGUEZ, A.; VÉLEZ, U. *Mapas conceituais: uma técnica para aprender*. São Paulo: Loyola, 2005.

PINTO, B. P.; AMARAL, C. L. C. Mapas conceituais como instrumento de avaliação das relações entre questões energéticas e seus impactos ambientais. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v.4, n.1, p.68–80, abr. 2014.

TRINDADE, J. O.; HARTWIG, D. R. Uso combinado de mapas conceituais e estratégias diversificadas de ensino: uma análise inicial das ligações químicas. *Química Nova na Escola*, v.34, n.2, p.83–91, nov. 2012.

VINHOLI-JÚNIOR, A. J. *Modelagem Didática como estratégia de ensino para a Aprendizagem Significativa em Biologia Celular*. 2015. 206f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande/MS.