

MODELOS CONCRETOS E MAPEAMENTO CONCEITUAL: AVALIANDO A COMPREENSÃO DE ESTUDANTES SOBRE CÉLULA

CONCRETE MODELS AND CONCEPTUAL MAPPING: EVALUATING THE UNDERSTANDING OF STUDENTS ON CELLS

Airton José Vinholi Júnior

Instituto Federal de Mato Grosso do Sul
vinholi22@yahoo.com.br

Shirley Takeco Gobara

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
stgobara@gmail.com

Resumo

Essa pesquisa foi desenvolvida com base na Teoria da Aprendizagem Significativa envolvendo 56 estudantes de um curso técnico em Informática do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, município de Ponta Porã. O objetivo foi analisar se o uso dos modelos concretos e mapas conceituais, construídos pelos estudantes, são materiais potencialmente significativos para a aprendizagem de biologia celular. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, do tipo intervenção, em que, inicialmente, foi aplicado um pré-teste para o levantamento dos *subsunçores* dos estudantes e, posteriormente, utilizou-se como estratégia de ensino a modelagem didática para o estudo da célula. Ao final, aplicou-se um pós-teste e foi solicitada a confecção de um mapa conceitual sobre o conteúdo abordado. Considerando a natureza dos modelos utilizados, a análise dos testes e os mapas conceituais, concluiu-se que a sequência didática desenvolvida apresenta os elementos essenciais que os caracterizam como potencialmente significativos.

Palavras-chave: ensino de biologia celular, mapas conceituais, aprendizagem significativa.

Abstract

This thesis research was conducted based on the Theory of Meaningful Learning involving 56 students of the high school integrated technical course in Computer Science from Federal Institute of Mato Grosso do Sul, municipality of Ponta Porã. The aim of this study was to analyze if the use of concrete models built by students are potentially significant materials for learning cell biology content. The research is qualitative, intervention type, to which initially a pre-test to survey was applied in order to determine students' subsumers and later a teaching strategy concerning teaching modeling was used in the cell study. At the end, a post-test was applied and a conceptual map of the content was requested. Considering the nature of the

models used, the analysis of the tests and the conceptual maps, it was concluded that the didactic sequence developed presents the essential elements that characterize them as potentially significant.

Keywords: Cell biology teaching, concept maps, meaningful learning.

Introdução

As dificuldades peculiares para a compreensão da biologia são diversas e heterogêneas, pois variam com a profundidade e o nível de abstração exigido, e estão relacionadas, por exemplo, à forma como os conteúdos encontram-se subdivididos nos currículos das séries do ensino médio. São dificuldades que abrangem, também, o campo motivacional – aquelas que se evidenciam quando os estudantes questionam sobre os *porquês* terem que aprender tantos conteúdos que não lhes parecem ter a mínima importância; ou que não utilizarão em seu propósito profissional. A especificidade do conteúdo proposto para abordar a célula é um fator relevante a ser considerado pelos estudantes como um empecilho, portanto uma dificuldade, especialmente pela minuciosidade de detalhes e terminologias empregadas nesse estudo.

Esses fatores, entre outros, tendem a criar obstáculos ao aprendizado da biologia celular, reconhecida como a mais elementar e fundamental para a construção do conhecimento sobre a importância e complexidade dos seres vivos.

O ensino por meio de modelagem pode propiciar uma aprendizagem com significado, na medida em que os estudantes podem interagir com e sobre o material de aprendizagem e, ao proporcionar um envolvimento com a produção dos mesmos, essas ações possibilitam frutíferas oportunidades de diálogos tanto em sala como nas interações de grupos extra-sala. Neste sentido, a aprendizagem dos estudantes pode ser favorecida, uma vez que eles participam de processos fundamentais da construção do conhecimento científico, caracterizando uma aprendizagem por descoberta de acordo com a teoria de Ausubel.

O objetivo desse estudo¹ foi analisar se o uso dos modelos concretos e mapas conceituais, construídos pelos estudantes, são materiais potencialmente significativos para a aprendizagem de conteúdos de biologia celular.

Marco Teórico

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) proposta por Ausubel está relacionada entre as teorias consideradas construtivistas e, como tal, busca explicar teoricamente o processo de aprendizagem segundo a ótica do cognitivismo.

Essencialmente, são duas as condições para que a aprendizagem seja significativa: o estudante deve apresentar uma predisposição para aprender significativamente e o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo.

A Aprendizagem Significativa acontece quando se busca dar sentido ao estabelecer relações entre os novos conceitos ou a nova informação com os conceitos e conhecimentos mais relevantes já existentes, os subsunçores, na estrutura cognitiva do aprendiz, ou com alguma experiência anterior já vivenciada. À Aprendizagem Significativa Ausubel contrapõe a

¹ Trabalho financiado pela Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) – EDUCA-MS 11/2015.

Aprendizagem Mecânica e a define como aquela em que não existe, ou existe pouca interação entre as novas informações e os subsunçores específicos. Com isso, as novas informações são aprendidas de forma literal e arbitrária, pois seus resultados não indicam possibilidades de outras elaborações e diferenciações.

De acordo com a teoria de Ausubel, são dois os princípios programáticos essenciais para o planejamento do ensino na TAS: a diferenciação progressiva, em que os conceitos são ordenados de forma hierárquica, dos mais gerais para os mais específicos de maneira que os conceitos mais gerais de um determinado conteúdo são conectados a conceitos subordinados e estes a conceitos mais específicos, portanto, devem ser introduzidos diferenciando-os de acordo com essa hierarquia; e a reconciliação integrativa, caracterizada pelo processo de reintegrar cada etapa diferenciada e refazer o processo inverso da diferenciação progressiva e organizar os conceitos já aprendidos a partir de novas relações conceituais.

Uma vez que a estrutura cognitiva é, por hipótese, organizada hierarquicamente e a aquisição de conhecimento é facilitada se ocorrer de acordo com a diferenciação progressiva, Ausubel (1978) sugere programar a apresentação do conteúdo de ensino de maneira a explorar essa estrutura, a fim de contribuir para a aprendizagem. De outro modo, a programação do conteúdo deve não apenas propiciar a diferenciação progressiva, mas também explorar, de forma explícita, relações entre conceitos e proposições, chamar atenção para distinções e semelhanças relevantes e reconciliar inconsistências reais ou aparentes. Isso deve ser feito para atingir-se o que Ausubel chama de reconciliação integrativa, e que ele descreve como uma contradição à prática usual de muitos livros de texto em separar ideias e tópicos em capítulos e sessões não relacionados entre si.

Para Peña et al (2005), o fundamental da Aprendizagem Significativa como processo é o fato de que os pensamentos, expressos simbolicamente de modo não arbitrário e objetivo, unem-se aos conhecimentos já existentes no sujeito. Esse processo é, pois, ativo e pessoal. É ativo, porque depende da assimilação deliberada da tarefa de aprendizagem por parte do estudante e pessoal porque a significação de toda tarefa de aprendizagem depende dos recursos significativos utilizados por cada estudante.

Um aspecto diferencial da TAS está 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. Nesse sentido, considerando-se o desenvolvimento de um mecanismo que pudesse auxiliar seus estudantes a explicitarem suas estruturas cognitivas, Novak desenvolveu, em meados da década de 70 do século vinte, 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 do conhecimento de um determinado conteúdo, uma vez que favorecem a visualização de ligações estabelecidas entre ideias-chave (NOVAK e GOWIN, 1996).

Considera-se que o mapa conceitual apresenta condições favoráveis para a externalização do conhecimento pessoal dos estudantes na forma de síntese, usando os conceitos mais significativos de um determinado conteúdo ou tema, por meio da organização hierárquica desses conceitos e as conexões entre eles, expressando a sua interpretação através dessa representação organizacional.

Metodologia

A realização do estudo ocorreu com duas turmas do primeiro semestre de 2013 na disciplina de Biologia I dos cursos técnicos em informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS), *Campus* Ponta Porã. Ela foi oferecida no primeiro período desses cursos, com carga horária total de quarenta horas e ministrada em dois encontros semanais de 45 minutos cada, com a participação de 56 estudantes. A escolha das turmas foi pautada na ementa da disciplina, que tem a biologia celular como conteúdo introdutório.

A sequência didática foi organizada à luz do referencial ausubeliano e constituída, inicialmente, das seguintes etapas: identificar os conhecimentos iniciais dos estudantes sobre aspectos da biologia celular; apresentar a nova informação de forma substancial (não literal) utilizando, como subsídio, modelagem didática; promover a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora durante a construção dos modelos e nas etapas de discussão e socialização dos modelos e verificar possível ocorrência de aprendizagem significativa.

A apresentação da célula foi realizada pelo docente 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.). A aula foi planejada e organizada segundo uma hierarquia ausubeliana, em que os conceitos mais gerais foram ministrados inicialmente, diferenciando-os em contextos mais específicos no decorrer das explicações.

Para que o processo de elucidação das relações entre os conhecimentos sobre célula que os estudantes detinham, vinculado aos níveis de organização biológica que fundamentam o estudo dos seres vivos, aplicamos um pré-teste.

Após a realização das intervenções propostas na pesquisa, foi aplicado um pós-teste. As nove questões que compuseram os dois testes (pré e pós) foram abertas. Os conhecimentos prévios que queríamos verificar se os estudantes possuíam, relacionados ao conteúdo proposto, foram:

- 1 → Se os seres vivos são formados por células;
- 2 → Se os seres vivos são organizados em reinos;
- 3 → A composição química dos seres vivos;
- 4 → A diferenciação entre matéria viva e matéria bruta;
- 5 → A definição de célula;
- 6 → As relações entre célula e vida;
- 7 → As diferenciações morfológicas e funcionais entre as células;
- 8 → Os seres vivos acelulares;
- 9 → A formação de novas células por meio de preexistentes.

Ressalta-se que foi utilizado o recurso dos organizadores prévios, por meio de duas aulas expositivas, para facilitar a assimilação dos conteúdos novos, principalmente para aqueles estudantes em que não foram identificados *subsunçores* adequados, observados pelo questionário.

O passo seguinte foi a apresentação de 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 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.

Partindo do pressuposto que o ensino representa o favorecimento de Aprendizagem Significativa de certo assunto, neste caso a biologia celular, e levando em consideração aquilo que o estudante já conhece, foi proposta uma atividade envolvendo modelagem didática no sentido de complementar e contribuir para a Aprendizagem Significativa desse conteúdo.

Os estudantes foram divididos em grupos, sendo que cada um desenvolveu dois modelos didáticos diferentes com representações de células e modelos virais, determinados pelo docente. A confecção dos dois modelos ocorreu fora de sala de aula. Os estudantes tiveram total liberdade de escolha dos materiais que iriam utilizar. Soluções criativas, não convencionais e especialmente aquelas que exigem menos recursos e materiais de baixo custo foram estimuladas. Em data estipulada pelo docente, os grupos apresentaram seus modelos desenvolvidos (em forma de seminário) e ocorreu a discussão geral dos mesmos com a participação de todos os estudantes da sala.

A próxima etapa, após a finalização das apresentações e do estudo sobre a célula, na 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).

A solicitação da criação do mapa conceitual por parte dos estudantes 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 material de ensino 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.

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 seqüências lineares e conhecimentos muito simples. Faltam relações cruzadas, com palavras de ligação; são muito simples.
---	--	--

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

Apresentação e Discussão dos Dados

Avaliamos as adequações das respostas atribuídas pelos estudantes no contexto de cada questão do pré-teste e do pós-teste, utilizando-se, para isso, critérios distribuídos em três categorias de respostas, cujas quantidades encontradas nos pré-testes e pós-testes foram sintetizadas nas tabelas 1 e 2. Os critérios foram adaptados de Vasquez-Alonso et al (2008) para a análise de respostas desses testes.

A resposta foi considerada ingênua (inadequada) quando não expressa sentido admissível em concordância com a pergunta realizada. Foi considerada adequada (apropriada) quando apresenta um sentido apropriado da perspectiva dos conhecimentos de biologia celular. Quando expressava alguns elementos da perspectiva anterior, embora não estivesse completamente apropriada, foi considerada plausível (parcialmente aceitável).

QUESTÕES	Informática Matutino			Informática Vespertino		
	Ingênuas	Plausíveis	Adequadas	Ingênuas	Plausíveis	Adequadas
1ª	15	10	5	9	12	5
2ª	18	7	5	20	4	2
3ª	9	17	4	11	12	3
4ª	10	11	9	13	9	4
5ª	10	7	13	8	9	9
6ª	11	8	11	10	12	4
7ª	15	6	9	9	9	8
8ª	21	-	9	20	3	3
9ª	19	5	6	16	8	2

Tabela 1. Escala de avaliação de cada resposta com a interpretação de seu significado nas questões do pré-teste

QUESTÕES	Informática Matutino			Informática Vespertino		
	Ingênuas	Plausíveis	Adequadas	Ingênuas	Plausíveis	Adequadas
1ª	7	4	19	14	8	4
2ª	4	13	13	6	6	14
3ª	6	15	9	9	9	8
4ª	3	5	22	8	5	13
5ª	3	3	24	5	10	11
6ª	7	7	16	6	8	12
7ª	8	11	11	4	12	10
8ª	8	3	19	9	8	9
9ª	13	9	8	12	7	7

Tabela 2. Escala de avaliação de cada resposta com a interpretação de seu significado nas questões do pós-teste

Pelos dados obtidos, percebemos que a maior concentração de respostas no pré-teste enquadra-se como ingênuas/inadequadas, perfazendo aproximadamente 48,4% enquanto que, no pós-teste, perfazem aproximadamente 26,2%. Já para respostas consideradas adequadas/apropriadas, observamos que houve bastante avanço conceitual, visto que, no pré-teste, perfizeram aproximadamente 22% e, no pós-teste, 45,4%.

As respostas consideradas plausíveis/parcialmente adequadas tiveram uma porcentagem similar no pré-teste e no pós-teste, representando 29,4% e 28,3%, respectivamente. No entanto, isso não é indicativo de que as respostas dos mesmos estudantes mantiveram-se nessa categoria nos dois questionários. Observamos, nas questões, que algumas respostas que foram consideradas no pré-teste como ingênuas, no pós-teste, foram plausíveis. Em outros casos, respostas plausíveis no pré-teste de alguns estudantes foram categorizadas como adequadas no pós-teste.

Considerando o quantitativo de estudantes que atribuíram suas respostas e foram consideradas, no pré-teste, como ingênuas e comparando-se à quantidade de questões ingênuas no pós-teste, as questões que mais tiveram avanço foram as de número 2 e 8, respectivamente. Fazendo o mesmo comparativo para as questões consideradas adequadas, o avanço foi mais expressivo para as questões 4, 2 e 8, respectivamente. A questão 2, que trata dos diferentes seres vivos organizados e sua classificação celular - unicelulares e pluricelulares, procariontes e eucariontes, autótrofos e heterótrofos; a questão 4, que aborda as diferenças entre matéria viva e matéria bruta e a questão 8, que refere-se aos seres vivos acelulares, foram, possivelmente, influenciadas pela atuação da modelagem didática, uma vez que enfocou aspectos diretamente relacionáveis com as abordagens trabalhadas nessas questões.

As questões com menor aproveitamento foram 7 e 9, que tratam da diferenciação celular e várias abordagens de classificação e os aspectos de divisão. Concordando com os dados obtidos no trabalho realizado por Cerri et al (2001), os/as estudantes têm desconhecimento ou pouca compreensão do nível celular, somado às concepções que consideram os seres vivos como seres constituídos por células, assinalando caráter celular mais aos animais que aos vegetais, considerados em algumas respostas como seres inertes e acelulares. Também percebemos desconhecimento da relação das funções e da estrutura das substâncias orgânicas que compõem a célula, tais como proteínas, lipídios, carboidratos, entre outras. Os conteúdos relacionados aos eventos de mitose e meiose costumam ser de difícil compreensão, em detrimento da grande quantidade de informações e terminologias para cada etapa dos eventos. Esses fatores corroboram com os dados obtidos nas tabelas 1 e 2.

Na apresentação dessas estruturas biológicas, os estudantes demonstraram aos seus colegas as características e as peculiaridades que cada estrutura apresenta, relacionando-as com os diversos aspectos do modo de funcionamento celular, contribuindo para uma melhor assimilação do conteúdo abordado.

Percebemos, durante as apresentações, que os estudantes respondiam os questionamentos dos colegas baseando-se nas leituras que utilizaram para o estudo e para a construção dos modelos. Com o surgimento das dúvidas ou discussões em que os estudantes não possuíam embasamento para responder, havia intervenção do docente, mediando uma discussão que, para um grupo de 1ª série de ensino médio, na visão do professor, já estava atendendo às expectativas. Essas discussões ocorriam no sentido de valorizar os conhecimentos apresentados por eles, bem como, fazer as correções necessárias, em detrimento das informações erradas ou incoerentes.

A análise dos mapas conceituais evidenciou que 41,1% dos estudantes envolvidos na pesquisa construiu mapas conceituais com boa qualidade, sugerindo que a sequência e o uso das

modelagens contribuiu para aprendizagem, uma vez que auxiliou o estudante na ordenação, estruturação e diferenciação dos conceitos em biologia celular. Vinte e um estudantes (37,5% do alunado) apresentaram mapa conceitual regular. Aproximadamente 21% dos estudantes não conseguiram obter sucesso com a estratégia, produzindo mapas conceituais com baixa qualidade (mapa insuficiente).

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 apareceram vestígios de uma aprendizagem mecânica, visto que, após as intervenções, eles apresentaram conceitos errôneos e desarticulados. Alguns exemplos típicos observados nesses mapeamentos foram: 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.

A análise na perspectiva qualitativa dos mapas conceituais demonstrou as relações conceituais apresentadas por cada estudante de acordo com sua compreensão. Para fins de apresentação neste artigo, serão demonstrados três mapas conceituais confeccionados pelos estudantes no final da sequência didática. (Figuras 1, 2 e 3).

Estudante 8 - Mapa Bom

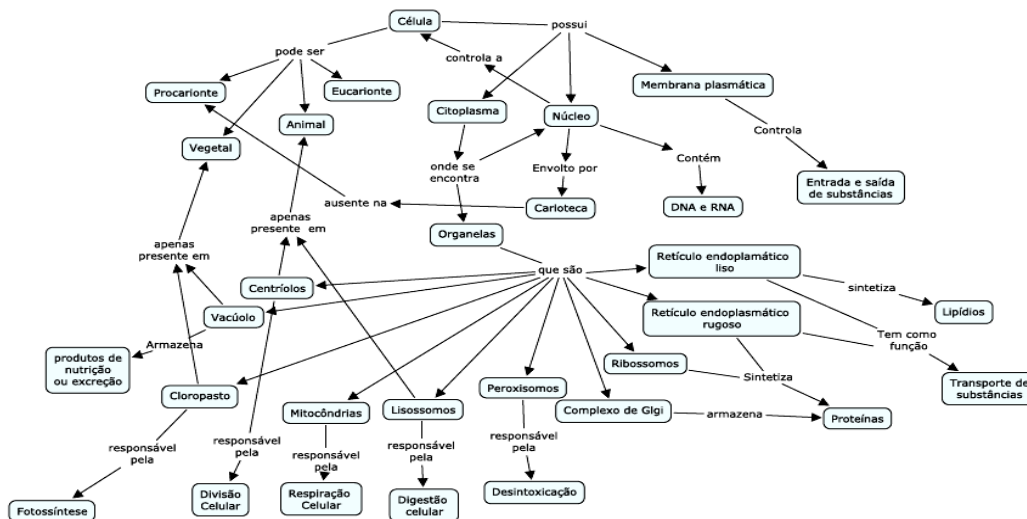


Figura 1. Mapa conceitual construído pelo estudante 8.

Estudante 20 - Mapa Regular



Figura 2. Mapa conceitual construído pelo estudante 20.

Estudante 36 - Mapa Insuficiente

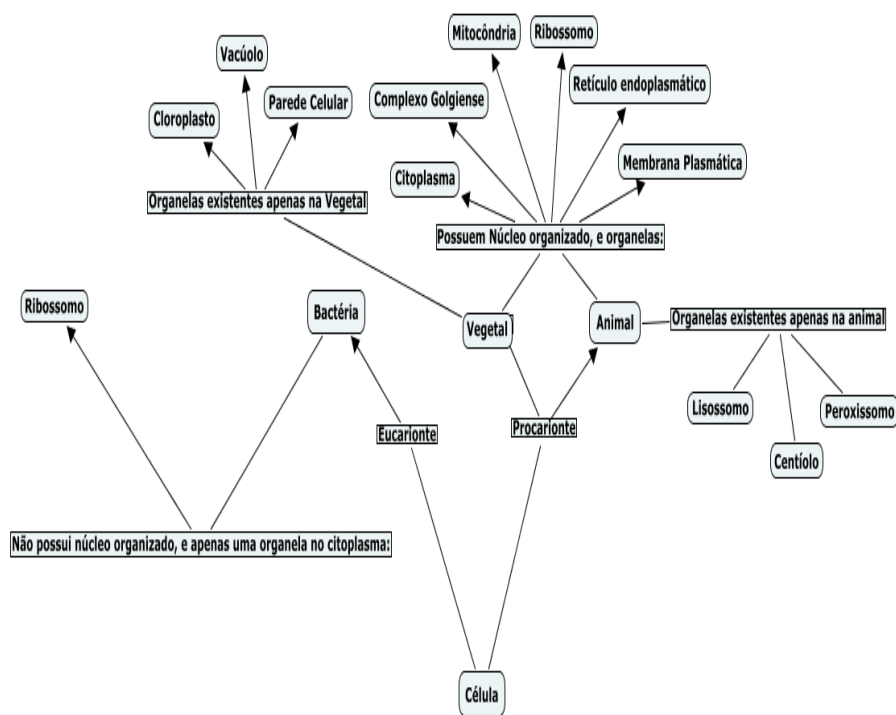


Figura 3. Mapa conceitual construído pelo estudante 36.

Há uma tendência, no entanto, em adotar o significado de Aprendizagem Significativa como um produto final “pronto, acabado e correto”. O real significado do conceito demanda que o conhecimento do estudante 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 estudante 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. Ou seja, as manifestações (orais, escritas, gestuais, por exemplo) do estudante devem ser avaliadas como aquilo que ele, em função do que efetivamente conhecia sobre o tema, conseguiu explicitar a partir de uma determinada situação e momento particular (LEMOS, 2005).

Antes das intervenções realizadas, os estudantes responderam questões sobre a biologia celular revelando um conhecimento superficial e, muitas vezes, equivocado, diferente dos dados observados nos pós-testes, conforme pode ser observado nas tabelas 1 e 2. Por meio da atividade com os organizadores prévios e a abordagem da atividade com a modelagem didática, percebemos, ao longo do processo, uma maximização do nível conceitual dos estudantes. No pós-teste e nos mapas conceituais, observamos que os estudantes reapresentaram conceitos que, nos diagnósticos iniciais, foram apontados de forma insatisfatória. Os aspectos morfológicos e fisiológicos das organelas, apresentados nos mapas conceituais dos estudantes, representam o principal exemplo dessa evolução.

Considerações Finais

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 e interação com os objetos concretos de modelagem para a aprendizagem dos novos conteúdos. Esses fatores foram cruciais para a manutenção da predisposição durante todo o desenvolvimento do trabalho.

Nesta pesquisa, os modelos didáticos apresentaram-se como ferramentas eficazes ao aprendizado de conceitos em biologia celular, bem como propiciaram reflexões sobre as diversas formas de desenvolvimento e representações das temáticas envolvidas, demonstradas, sobretudo, pela relevância de dois aspectos ímpares para a assimilação dos conteúdos: 1) a busca pela observação e; 2) abordagem da pesquisa em ambiente externo ao espaço escolar e a própria abordagem prática no Ensino de Biologia. Consideramos, neste sentido, que a utilização dos modelos didáticos representa uma prática experimental que atua como uma proposta metodológica que pode trabalhar não apenas habilidades cognitivas, mas também psicomotoras para o desenvolvimento dos protótipos de células que são observadas somente com o microscópio. Assim, diante da ausência de equipamentos custosos no lócus de ensino, a utilização de modelos didáticos é uma alternativa viável porque possibilitou uma visão mais abrangente do conteúdo estudado, além de facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

Os resultados evidenciaram, especialmente após a análise dos mapas conceituais, que a apresentação organizacional na forma de um mapa conceitual aos estudantes e a confecção de mapas conceituais por eles favoreceram a ocorrência dos processos cognitivos influenciados pelos princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Observamos também uma evolução cognitiva dos conceitos da biologia celular apresentados pelos

estudantes que participaram desse estudo, sugerindo que os Mapas Conceituais contribuíram para especificar e/ou reorganizar as relações existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Segundo os pressupostos teóricos da TAS, o conhecimento prévio contribui para a aprendizagem no sentido de favorecer a interação com a nova informação por meio de um material substantivo e não arbitrário. Nesse sentido, a proposta do uso de uma metodologia alicerçada na construção de modelos concretos, aliada à sequência de ensino desenvolvida, se mostrou eficaz e potencialmente significativo para a apreensão de novos significados por parte dos estudantes, favorecendo a Aprendizagem Significativa. Esses aspectos foram evidenciados por meio do processo de triangulação, compreendido pela análise dos questionários, testes e dos mapas conceituais, bem como as análises da construção e apresentação das modelagens didáticas, que demonstrou a ocorrência de apropriação significativa, favorecendo o estudante na assimilação dos conceitos de biologia celular e a construção de significados.

Agradecimento

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), pelo apoio financeiro.

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, 239p.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. New York, Holt: Rinehart and Winston, 1978.
- CERRI, Y.L.N.S.; NADALINI, M.F.C.; SILVA, L.H.A. **Possibilidades e Dificuldades didáticas para o ensino da célula: modelo mental e representação visual**. Em: III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Atibaia. 2001.
- LEMONS, 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, 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.
- NOVAK, J. D. **A demanda de um sonho: a educação pode ser melhorada**. Em: J.J. Mintzes; J.H Wandersse; J.D Novak. *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.
- PEÑA, A. O.; BALLESTROS, A.; CUEVAS, C.; GIRALDO, L.; MARTÍN, I.; MOLINA, A.; RODRÍGUEZ, A.; VÉLEZ, U. **Mapas conceituais: uma técnica para aprender**. Edições Loyola, São Paulo, 2005.
- VÁZQUEZ-ALONSO, A.; MANASSERO-MAS, M. A.; ACEVEDO-DÍAZ, J.A.; ACEVEDO-POMERO, P. Consensos sobre a Natureza da Ciência: A Ciência e a Tecnologia na Sociedade. **Química Nova na Escola**, n. 27, p. 34-50. 2008.