

Ensino em modelos como instrumento facilitador da aprendizagem em Biologia Celular

Airton José Vinholi Júnior¹ e Shirley Takeco Gobara²

¹Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, Ponta Porã, MS, Brasil. ²Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brasil. E-mails: vinholi22@yahoo.com.br, stgobara@gmail.com

Resumo: O objetivo desse estudo foi analisar se os modelos concretos construídos pelos estudantes são materiais potencialmente significativos para a aprendizagem de conteúdos de biologia celular e se a utilização de modelos se constitui em uma alternativa para promover a aprendizagem sobre a célula, costumeiramente ensinada por meio de fotos, desenhos ou animações virtuais. Essa pesquisa qualitativa, baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, foi realizada em 2012, com 35 estudantes dos cursos técnicos em Agricultura e Informática do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, câmpus Ponta Porã, Brasil. Inicialmente, foi aplicado um questionário semiestruturado e um pré-teste e após uma intervenção, em que se utilizou a modelagem didática para o estudo da biologia celular, aplicou-se um pós-teste e foi solicitado um mapa conceitual sobre o conteúdo abordado. As análises dos pós-testes e dos mapas sugerem que os modelos didáticos construídos pelos estudantes, como parte da proposta metodológica utilizada, apresentaram elementos essenciais que os caracterizam como materiais potencialmente significativos.

Palavras-chave: ensino de modelos, aprendizagem sobre a célula, biologia celular, mapas conceituais.

Title: Teaching modeling as facilitator instrument of learning in Cell Biology.

Abstract: The purpose of this study was to analyze if concrete models constructed by students are potentially significant for the learning process of cell biology contents and if the use of models constitutes an alternative to promote learning about the cell, customarily taught through pictures, drawings or virtual animations. This qualitative study, based on Ausubel's Theory of Meaningful Learning, was carried out in 2012 involving 35 students from technical courses on Agriculture and Informatics offered by the Federal Institute of Mato Grosso do Sul, Ponta Porã campus, Brazil. Initially, a semi-structured questionnaire and a pre-test were applied and after an intervention, which used a didactic model for cell biology study, a post-test was applied and a concept map on the content was requested. The analysis of the questionnaires and pre-test highlighted the necessity of using the previous organizers strategy in order to provide the necessary subsumers for the intended study. The post-tests and the analysis of the maps suggest that the didactic models built by students as part of the proposed methodology, showed essential elements of the materials which qualify them as potentially meaningful.

Keywords: teaching modeling, cell learning, cell biology, concept maps.

Introdução

O construtivismo representa o movimento predominante na educação em geral, especialmente nos últimos anos, em pesquisas no ensino de ciências. O enfoque de que o conhecimento é construído de forma ativa pelo educando e não apenas transmitido pelo docente, a ser compreendido de forma passiva, é hoje um diálogo comum não apenas entre pesquisadores, mas também nos discursos de professores das mais variadas áreas do conhecimento. Embora seja complexa a análise e avaliação da extensão das mudanças, é notória a influência desse movimento nas concepções e práticas docentes (Aguiar júnior, 1998).

Para Fernandes e Neto (2012), este modelo, no âmbito do ensino de ciências no Brasil, começou a difundir-se por volta de 1980 e, desde então, vem ampliando cada vez mais sua presença nas diretrizes curriculares oficiais, nos materiais didáticos e, principalmente, no ideário pedagógico dos professores e gestores escolares, muito embora ainda não seja o modelo hegemônico no cotidiano escolar.

No ensino, tal como na ciência, a instrução apoia-se em modelos para ajudar a explicar certos fenômenos não observáveis ou apenas parcialmente observáveis (Ferreira et al, 2007). Para Nuñez e Lima (2008), uma das categorias de modelos destacada para essa discussão é a dos modelos didáticos, construídos como subsídio ao ensino do conhecimento científico em sala de aula, sendo elaborados por docentes ou presentes nos livros-texto. Estão associados não apenas aos objetos concretos, mas a várias formas para auxiliar o aprendizado dos alunos, tais como ilustrações, objetos, gráficos, esquemas, entre outros.

No tocante à modelagem, de acordo com Gilbert e Boulter (1998), uma de suas finalidades seria no auxílio do processo de transposição dos modelos relevantes (consensuais), aceitos por cientistas, para o ambiente escolar.

O envolvimento de discentes em trabalhos com modelagem didática vem sendo apresentado em alguns trabalhos (Della Justina e Ferla, 2006, Justi, 2006, Zierer e Assis, 2010), evidenciando que a elaboração de modelos pelos estudantes em sala de aula é um método significativo de aprendizagem e possibilita simbioses com temáticas até então rebuscadas e abstratas, viabilizando melhor a compreensão dos conteúdos teóricos. Duit e Glynn (1996) afirmam que as atividades que os estudantes realizam com modelagem didática podem transformar-se em frutíferas oportunidades para que os docentes acompanhem os processos de expressão de suas ideias originais e de compreensão de modelos específicos estabelecidos.

A proposição de metodologias e/ou métodos que possibilitem uma aprendizagem mais eficiente e significativa tem sido um dos maiores motivos de preocupação entre os docentes e pesquisadores. Assim, vários autores têm publicado trabalhos apresentando estratégias e recursos didáticos diferenciados que visem a facilitar e aprimorar o processo de ensino e aprendizagem por meio do uso de modelos didáticos. De acordo com Della Justina et al (2003), um modelo didático corresponde a um

sistema figurativo que reproduz a realidade de forma esquematizada e concreta, tornando-a mais compreensível ao estudante. Representa uma estrutura que pode ser utilizada como referência, uma imagem que permite materializar a ideia ou o conceito, tornando-os assimiláveis.

Krasilchik (2004) acrescenta que os avanços científicos no campo das ciências biológicas têm convergido à necessidade de tornar mais facilmente compreensíveis os entendimentos nesse campo em sala de aula, visando a facilitar os conhecimentos científicos biológicos em objetos de ensino. A autora salienta que atividades com modelagem didática são pertinentes para trabalhos em aulas de biologia no sentido de apresentar objetos em três dimensões.

O conhecimento sobre aspectos da biologia celular, de praxe, costuma ser de difícil compreensão aos estudantes do ensino médio, especialmente em detrimento da complexidade dos processos e às formas e imagens como estes são apresentados em livros didáticos (Araújo-Jorge et al, 2004). A determinação, por exemplo, de que estruturas microscópicas compõem seres vivos macroscópicos é uma noção singular no sentido de favorecer o conhecimento e a organização biológica, uma vez que a célula é a unidade morfofuncional dos seres vivos.

A compreensão de fenômenos biológicos, especialmente que envolvem a biologia celular, em geral, é ensinada pela exigência apenas da repetição ou a aplicação de uma série de conhecimentos previamente memorizados, mas, mais do que isso, 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 pelos modelos (Ferreira e Justi, 2008).

Sobre a utilização de modelos didáticos no ensino de biologia, de acordo com as ideias de Orlando et al (2009, p.13):

Os modelos tridimensionais se mostram bastante didáticos, pois os próprios estudantes obtêm melhor resultado em suas aulas devido à maneira diferenciada pela qual é ensinada a matéria. Os modelos auxiliam uma melhor visualização e compreensão dos conteúdos, sendo fácil de relacionar o todo com as partes e as partes com o todo. O modelo apesar de simplificado, não deve conter aspectos errados ou confusos com relação ao tema estudado. O estudo a partir dos modelos é um processo mais dinâmico e se enfoca num modo mais prazeroso de aprendizagem; mais fácil de associações com o cotidiano.

Para Matos et al. (2009), o trabalho com modelagem didática favorece o dinamismo e o potencial em articular conhecimento por parte dos estudantes, além de estimular o intercâmbio de informações, promovendo a difusão do conhecimento e desenvolvendo a criatividade e o espírito de equipe entre os mesmos. No entanto, este recurso só será viável se for bem trabalhado pelo docente em sala de aula, que tem a função de direcionar os conceitos aos modelos, instigando nos estudantes a curiosidade para pesquisar, a iniciativa de manusear, elaborar e adaptar e produzir seu próprio modelo.

Cabe ressaltar o importante papel do professor no desenvolvimento de um trabalho adequado com modelagem que possa contribuir para a construção significativa de conceitos científicos, objetivando a não passividade por parte do alunado sem a mecanização do aprendizado que, muitas vezes ocorre com a aplicação dos modelos. Para isso, é de fundamental importância que o professor tenha uma formação adequada para o trabalho com modelagem didática que favoreça uma satisfatória abordagem e construção de conceitos relacionados à biologia celular.

O trabalho aqui apresentado está fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa, (Ausubel et al, 1980), referencial teórico que subsidiou esta pesquisa e que preconiza que a aprendizagem pode ser significativa ou mecânica, dependendo do tipo de relacionamento que o indivíduo estabelece com as ideias já existentes em sua estrutura cognitiva e as novas que estão incorporando-se a ela.

Fundamentação teórica

A Teoria de Aprendizagem Significativa e os Mapas Conceituais

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) proposta por Ausubel está enquadrada entre as teorias consideradas construtivistas. Preconiza o sujeito como agente dinâmico na construção do conhecimento e busca elucidar os processos mentais que estão associados à organização do conhecimento no processo de aprendizagem.

De acordo com Moreira (2006, p. 8),

o conceito central da teoria de Ausubel é o de Aprendizagem Significativa, um processo por meio do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do aprendiz.

De acordo com Ausubel et al (1980), esse processo está intimamente relacionado aos princípios de organização e integração de novas ideias à estrutura cognitiva, que estará apta a incorporar novos significados por meio da apropriação de habilidades que torna possível a aquisição, a retenção e o surgimento de outros conceitos. Isso gera um processo de interação pelo qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo conceito a ser aprendido, funcionando como uma âncora, contudo, também, modificando-se em função dessa ancoragem.

O pressuposto central da TAS é a de que o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Na perspectiva de Ausubel (2002), qualquer estudante pode aprender de forma significativa um determinado conteúdo se apresentar uma predisposição para o aprendizado. Ademais, também é fundamental que o aprendiz possua ideias estabelecidas e relevantes em sua estrutura cognitiva, que sejam capazes de servir como âncora a uma nova informação de modo que esta adquira significado para o indivíduo. Essas ideias são denominadas subsunçores.

Na maioria dos casos, dentro das temáticas que abordam a biologia celular, exige-se dos estudantes a aprendizagem de uma vasta quantidade de conceitos e terminologias, geralmente não familiares, sem que anteriormente tivessem relacionados à *subsunçores* adequados para a

ancoragem de novos conceitos. Moreira (1999) aponta que a ancoragem não se trata de uma simples conexão, mas da interação entre os aspectos específicos e relevantes da estrutura cognitiva e as novas informações, pelas quais adquirem significados e são agregados à estrutura cognitiva. Dessa interação, origina-se um novo subsunçor modificado, possibilitando o significado de novas ideias e oportunizando posteriores aprendizagens significativas.

A TAS é um referencial teórico com amplo potencial para orientar a prática educativa que esteja, de fato, comprometida com a facilitação da aprendizagem, visto que estabelece o significado de aprendizagem e situa a aprendizagem significativa como finalidade do processo educativo. Além do mais, apresenta as condições para a sua ocorrência e propõe princípios programáticos que auxiliam a organização do ensino e o seu desenvolvimento (Ausubel et al., 1980).

De acordo com essa teoria, são dois os princípios essenciais para o planejamento do ensino: a diferenciação progressiva, em que os conceitos são ordenados de forma hierárquica, de maneira que os conceitos mais gerais de um determinado conteúdo estão conectados a conceitos subordinados e estes a conceitos mais específicos; e a reconciliação integrativa, caracterizada pelo processo de reorganizar os conceitos já aprendidos a partir de novas relações conceituais.

Ausubel também propõe uma estratégia instrucional denominada organizadores prévios para auxiliar o sujeito a criar condições para que a aprendizagem significativa ocorra. Utilizados como materiais introdutórios, eles costumam servir de ponte cognitiva entre aquilo que o aprendiz já sabe e aquilo que deve saber para aprender de forma significativa a nova informação.

Na visão de Moraes (2000), um aspecto diferencial da teoria de David Ausubel apoia-se no fato dela priorizar o conhecimento das estruturas cognitivas dos educandos, e como estas 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 estarem sujeitas às modificações ao longo do processo. 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 (Ausubel et al., 1980).

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 determinado conteúdo, uma vez que favorecem a visualização de ligações estabelecidas entre ideias-chave. 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 conceituais permitem ao estudante representar a forma como é construída a sua aprendizagem em um determinado momento, além de

lhe propiciar a reorganização e/ou reelaboração do próprio conhecimento. Na visão de Moreira (2009, p. 19),

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.

Com o aspecto de um diagrama esquemático, representam o modo como o aluno relaciona e incorpora os conceitos que aparecem destacados, bem como as relações entre eles, também denominados conectores.

Enquanto recurso didático, os mapas conceituais podem ser utilizados como instrumento viável para introduzir, desenvolver ou concluir conteúdos em uma única aula, um tópico de estudo, uma disciplina ou até de um curso (Moreira, 2006). 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.

Segundo Moreira (2006), algumas vantagens são apontadas na utilização de mapas que podem interferir ou facilitar o processo de ensino aprendizagem na perspectiva da TAS, tais como:

- Enfatizar a estrutura conceitual de uma disciplina e o papel dos sistemas conceituais no seu desenvolvimento;
- Mostrar que os conceitos de uma certa disciplina diferem quanto ao grau de inclusividade e generalidade, e apresentar esses conceitos numa ordem hierárquica de inclusividade que facilite a aprendizagem e a retenção dos mesmos;
- Promover uma visão integrada do assunto e uma espécie de "listagem" daquilo que foi abordado nos materiais instrucionais

No caso do uso de mapas como instrumento de avaliação qualitativa, cabe ressaltar que não existe "o" mapa conceitual, 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 sujeito, ou seja, a forma como os conceitos estão organizados em sua estrutura cognitiva em um determinado momento.

A partir dos pressupostos da TAS e tendo, como um dos parâmetros de análise, os mapas conceituais solicitados aos alunos, essa pesquisa teve por objetivo analisar a viabilidade do uso de modelagem didática, por meio de construção de modelos concretos, como material potencialmente significativo para a aprendizagem de conteúdos de biologia celular. Tal investigação ocorreu com a aplicação de uma sequência didática fundamentada na Teoria de Ausubel e teve como objeto de modelagem, em especial, as organelas citoplasmáticas.

Este artigo trata de um recorte de um projeto de pesquisa - Fase piloto-desenvolvido no contexto da Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil.

Contextos e metodologia

Em consonância com os pressupostos da pesquisa qualitativa, esta pesquisa consistiu em uma intervenção na qual analisamos diversas situações de ensino visando a promover aprendizagem de conceitos da biologia celular. Para sua realização, elegemos a disciplina Biologia I dos cursos técnicos em Agricultura e Informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, câmpus Ponta Porã, oferecida no primeiro período do curso, com carga horária total de quarenta horas-aula e ministrada em dois encontros semanais de quarenta e cinco minutos cada. Essa instituição faz parte da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica brasileira que oferece cursos técnicos de nível médio, cuja matriz curricular é constituída por disciplinas de tronco comum e disciplinas técnicas de acordo com a área do curso. A escolha foi pautada na ementa da disciplina, que tem a biologia celular como conteúdo introdutório.

O estudo piloto, objeto de análise desse artigo, foi realizado com as turmas do primeiro semestre de 2012, no qual 35 estudantes estavam matriculados (17 do curso de agricultura e 18 do curso de informática). No contexto da disciplina, as decisões sobre o desenvolvimento em todos os momentos da sequência didática foram de responsabilidade do professor, primeiro autor deste artigo.

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 baseada nas interfaces entre os *subsunçores* e a nova informação de maneira não arbitrária e verificar possível ocorrência de aprendizagem significativa.

A sequência na fase piloto foi aplicada ao longo de quatorze aulas do semestre letivo. Para a identificação dos conhecimentos prévios, aplicamos um questionário inicial, com questões abertas e fechadas, para verificar a ocorrência dos *subsunçores* dos estudantes, que foram classificados em adequados, parcialmente adequados ou ausência de *subsunçores*, conforme o padrão estabelecido por Vinholi-Júnior (2011). As questões foram cuidadosamente selecionadas para que pudessem abranger o maior número de contextos variados, em que conceitos de biologia celular estivessem envolvidos. Ressalta-se que foi utilizado o recurso dos organizadores prévios, por meio de duas aulas expositivas, para facilitar a assimilação dos conteúdos daqueles estudantes em que não foram identificados *subsunçores* adequados, observados pelo questionário.

Para a condução dessas aulas, utilizando um projetor de slides, realizamos uma discussão de acordo com o referencial ausubeliano, em que conceitos mais gerais foram, inicialmente, apresentados, diferenciando-os em contextos mais específicos no decorrer das explicações. Nessa ocasião, foram discutidos os elementos de organização biológica, níveis de organização, reinos biológicos e características celulares fundamentais para

classificação dos seres vivos (número de células, organização celular e tipo de nutrição).

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 fosse verificado, aplicamos um pré-teste e um pós-teste, antes e depois das intervenções com a modelagem didática. A iniciativa da realização do pré-teste, além da aplicação do questionário inicial, deu-se pela intenção dos autores em entender se os estudantes conseguiriam vincular a célula como estrutura integrante do organismo como um todo, e não apenas como estrutura isolada. Dessa forma, as perguntas do pré-teste indagaram conceitos relativos à organização dos seres vivos, funcionamento dos mecanismos biológicos, aspectos sobre a hereditariedade e a biodiversidade. Ou seja, considerando-se que esses conhecimentos são, em geral, introduzidos nas séries anteriores, buscamos levantar o que os alunos sabiam em relação a eles.

As questões dos testes foram abertas e analisadas de forma qualitativa, sendo as respostas atribuídas pelos estudantes categorizadas de acordo com Vasquez-Alonso et al (2008), como A (adequadas), P (plausíveis) e I (inadequadas).

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 meio de um mapa conceitual de referência para que servisse, 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 certo assunto 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.

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. 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.

A ideia da apresentação dos modelos foi pensada no sentido de favorecer as discussões sobre aspectos importantes das temáticas celulares, no sentido de contribuir para possíveis interpretações inadequadas sobre essas temáticas e também aquelas observadas nas respostas do questionário diagnóstico e do pré-teste.

Antes da construção dos modelos e das apresentações em sala de aula, os estudantes ficaram cientes da importância do processo, onde discutimos,

brevemente, as características da utilização de modelos concretos, bem como quais deveriam ser os procedimentos para a construção dos mesmos.

Por fim, foi proposta aos alunos a confecção de mapas conceituais relacionados aos conteúdos de biologia celular, após as intervenções em sala de aula com os modelos didáticos. 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 et al (2011). Os autores apontam que essa avaliação baseia-se nos princípios programáticos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa de Ausubel.

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). As características que diferenciam as categorias dos mapas conceituais estão apresentadas na Tabela 1.

Categorias	Características	Informações relevantes
Mapa Conceitual Bom (MB): indica maior compreensão do tema	Contém informações conceituais relevantes, está bem hierarquizado com o conceito inclusor 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.

Tabela 1.- Características e informações relevantes sobre as categorias de agrupamentos de análise dos mapas conceituais, adaptadas de Mendonça et al (2011)

Resultados

Os dados analisados referem-se às informações contidas nos questionários (inicial, pré-teste e pós-teste), nas apresentações das atividades de modelagem e nos mapas conceituais.

Análise dos questionários

Após leitura criteriosa de todas as respostas apresentadas pelos 17 estudantes do curso de Agricultura e 18 estudantes do curso de Informática no questionário inicial, foram definidos critérios de classificação, sendo as respostas distribuídas em categorias específicas para cada questão, conforme apresentadas no Anexo 1.

Para fins de ancoragem com a nova informação, estão elencados abaixo os subsunçores adequados que os estudantes devem apresentar para que seja significativa a apropriação dos conceitos envolvidos:

1. Característica da vida: matéria viva (seres celulares) e matéria bruta;
2. Diferentes seres vivos organizados em reinos: classificação celular – unicelulares e pluricelulares, procariontes e eucariontes, autótrofos e heterótrofos;
3. Composição dos seres vivos: substâncias orgânicas e inorgânicas;
4. Célula como unidade básica da vida: unidade morfofuncional dos seres vivos;
5. Estrutura celular: membrana plasmática, citoplasma e núcleo;
6. Reconhecimento da fisiologia celular: organelas e estruturas intracelulares;
7. Organização celular: carioteca (membrana nuclear);
8. Diferenciação entre eucariontes animais e vegetais: parede celular nas celular celulósica e organelas específicas para um certo tipo de célula.
9. Diferenciação das células e dos vírus: seres acelulares
10. Perpetuação da espécie: formas de divisão celular.

A análise das respostas que identificaram os *subsunçores* como adequados, parcialmente adequados ou ausentes, observados por meio do questionário diagnóstico, foi utilizada para o planejamento e confecção das estratégias instrucionais de ensino.

As questões que compuseram o questionário diagnóstico e a apresentação das modalidades de respostas que foram categorizadas nos três grupos de *subsunçores* e exemplificadas por algumas respostas atribuídas pelos estudantes estão apresentadas no Anexo 2, excetuando-se, neste anexo, as questões fechadas de 13a a 14g. Uma coluna apontando as respostas classificadas como ausência de *subsunçores* foi inserida no anexo para representar os pensamentos apresentados pelos estudantes. A Tabela 3 não apresenta todas as respostas, mas somente aquelas consideradas representativas do subsunçor esperado.

Foi, também, avaliada a adequação de cada uma 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 4 e 5, adaptada de Vasquez-Alonso et al (2008) para a análise de respostas desses testes.

A resposta foi considerada ingênua (inadequadas) 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 expressa alguns elementos da perspectiva anterior, embora não seja completamente apropriada, foi considerada plausível (parcialmente aceitável).

QUESTÕES	Ingênuas (inadequadas)	Plausíveis (parcialmente aceitáveis)	Adequadas (apropriadas)
1 ^a	16	15	04
2 ^a	21	09	05
3 ^a	13	19	03
4 ^a	19	10	06
5 ^a	19	12	04
6 ^a	23	10	02
7 ^a	20	13	02
8 ^a	23	10	02
9 ^a	15	16	04

Tabela 4.- Escala de avaliação de cada resposta com a interpretação de seu significado nas questões do pré-teste.

QUESTÕES	Ingênuas (inadequadas)	Plausíveis (parcialmente aceitáveis)	Adequadas (apropriadas)
1 ^a	06	17	12
2 ^a	08	12	15
3 ^a	06	20	09
4 ^a	07	13	15
5 ^a	08	15	12
6 ^a	15	12	08
7 ^a	10	13	12
8 ^a	12	13	10
9 ^a	05	18	12

Tabela 5. 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 enquadra-se, no pré-teste como ingênuas/inadequadas, perfazendo aproximadamente 53,6% enquanto que, no pós-teste, perfazem aproximadamente 24,4%. Já para respostas consideradas adequadas/apropriadas, observamos que houve bastante avanço conceitual, visto que no pré-teste perfizeram aproximadamente 10,15% e no pós-teste 33,33%.

As respostas consideradas plausíveis/parcialmente adequadas tiveram uma porcentagem similar no pré-teste e no pós-teste, representando 36,19% e 42,22%, respectivamente.

Os dados indicaram que houve um avanço razoável nos desempenhos das respostas nos dois testes. As questões com melhor aproveitamento (questões 2 e questão 7), que tratam dos elementos de diferenciação morfológica e celular dos seres vivos e dos tipos de classificação celular, respectivamente, foram, possivelmente, influenciadas pela atuação da

modelagem didática, uma vez que enfocou aspectos diretamente relacionáveis com as abordagens trabalhadas nessas questões.

Para a realização e apresentação dos trabalhos de modelagem didática, foram confeccionados 36 modelos (18 grupos) representando os diferentes tipos de células, modelos virais, processos biológicos celulares e micro-organismos diversos (Figura 1A a 1E). Percebemos grande variedade de materiais que compuseram as diversas formas dos modelos didáticos construídos pelos estudantes.



Figura 1A. Modelagem didática representando o modelo de membrana plasmática; 1B. Modelagem didática representando o modelo célula animal típica; 1C. Modelagem didática representando o modelo da mitocôndria; 1D. Modelagem didática representando o modelo de uma célula muscular; 1E. Modelagem didática representando o modelo do processo de fecundação, construídos por estudantes dos cursos técnicos em Agricultura e Informática.

Análise dos mapas conceituais

Buscando diagnosticar evidências de apropriações significativas 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 de 35 estudantes.

A distribuição da quantidade de estudantes para cada categoria de análise dos mapas conceituais está apresentada na Tabela 6. Evidencia-se que mais da metade dos estudantes envolvidos na pesquisa construiu mapas conceituais com boa qualidade, sugerindo que a sequência e uso das modelagens contribuíram para aprendizagem de conceitos de biologia celular, uma vez que auxiliou o aluno na ordenação e estruturação do conhecimento na área. Vinte por cento dos discentes não conseguiram obter sucesso com a estratégia, produzindo mapas conceituais com baixa qualidade. A análise dos mapeamentos na perspectiva qualitativa aponta os significados conceituais apresentados por cada estudante. Para fins de exemplificação, serão apresentados três mapeamentos confeccionados durante a investigação (Figuras 2, 3 e 4). Os mapas foram identificados pelas siglas E6, E19, E35.

Estudantes	Mapa bom	Mapa regular	Mapa insuficiente
1	X		
2		X	
3		X	
4	X		
5	X		
6	X		
7			X
8		X	
9			X
10	X		
11		X	
12	X		
13	X		
14	X		
15	X		
16		X	
17	X		
18			X
19		X	
20			X
21	X		
22	X		
23	X		
24	X		
25		X	
26	X		
27			X
28		X	
29	X		
30	X		
31	X		
32			X
33	X		
34		X	
35			X
TOTAL (%)	19 (54%)	09 (26%)	07 (20%)

Tabela 6.- Distribuição da quantidade de estudantes para cada categoria de agrupamentos de análise dos mapas conceituais.

Discussão

A discussão está organizada de acordo com a sequência apresentada nos resultados.

Em relação ao questionário diagnóstico, os dados apresentados no Anexo 1 permitem-nos observar que uma parcela muito expressiva dos estudantes não apresentou conceitos satisfatórios sobre a biologia da célula, especialmente nas respostas atribuídas às questões abertas Q2b, Q5, Q6, Q7, Q11 e Q12.

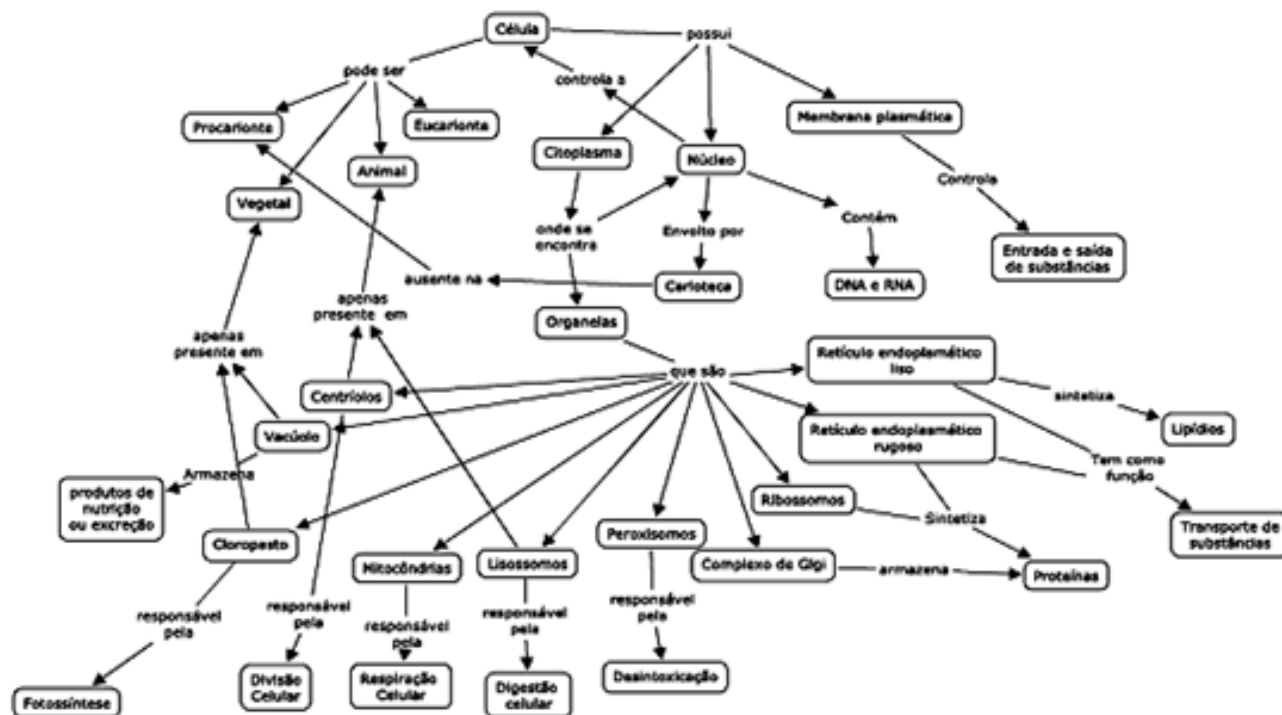


Figura 2.- Mapa conceitual elaborado pelo estudante 6 (E6). Exemplo 1 mapa bom.



Figura 3.- Mapa conceitual elaborado pelo estudante 19 (E19). Exemplo mapa regular.

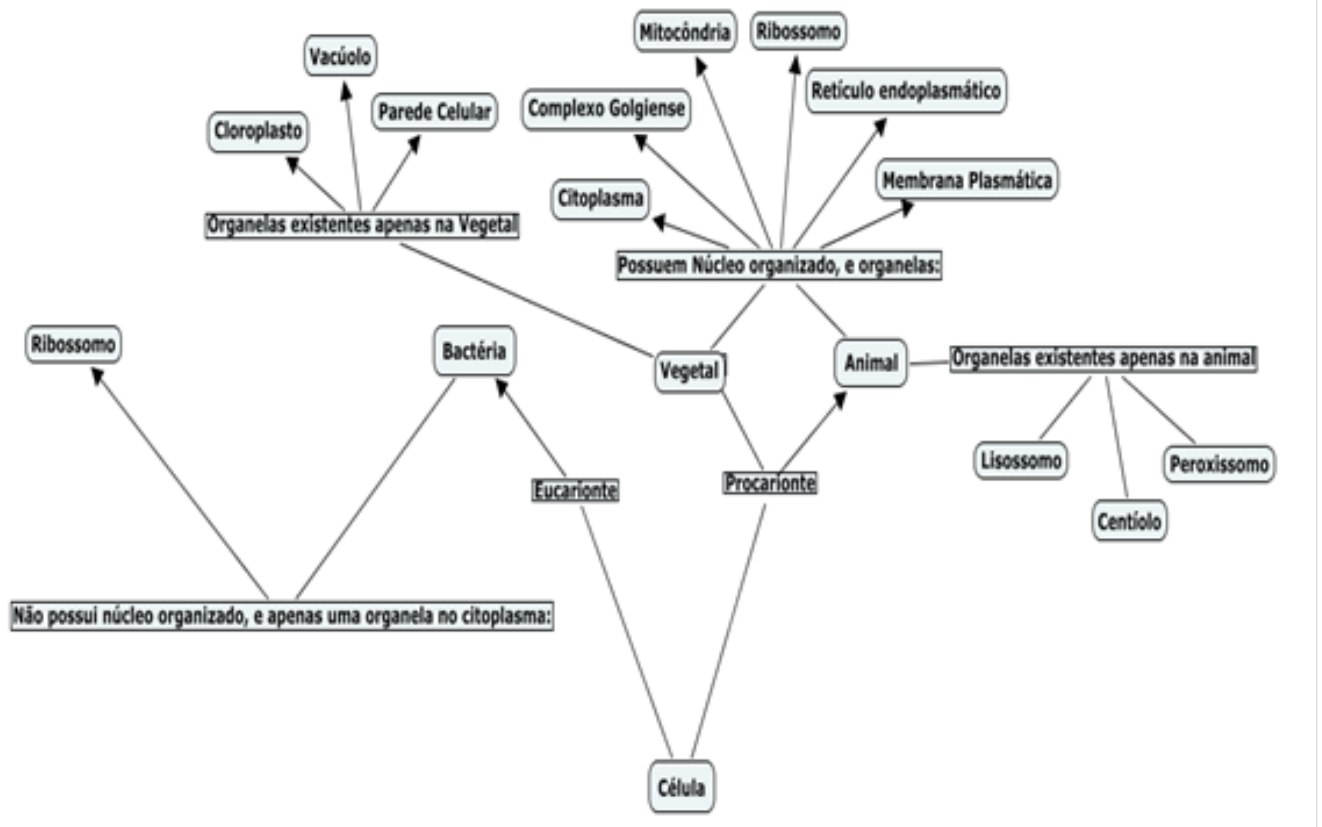


Figura 4.- Mapa conceitual elaborado pelo estudante 35 (E35). Exemplo mapa insuficiente.

As respostas observadas em Q1 e Q2a permitiram classificar os conceitos *subsunçores* e planejar atividades que pudessem contemplar vários requisitos a fim de averiguar a ocorrência de aprendizagem significativa. Baseados nas respostas do questionário diagnóstico e levando-se em consideração o referencial teórico em que nos amparamos para essa pesquisa, inferimos que a inexistência de conceitos relevantes na maioria das respostas foi fundamental para a construção das estratégias instrucionais e também do processo de aprendizagem.

Em relação aos testes, as questões com menor aproveitamento foram as questões 3 e 6, que tratam da composição química dos seres vivos e as relações das células como formadoras dos organismos vivos. 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 ligeiro desconhecimento da relação das funções e da estrutura das substâncias orgânicas que compõem a célula, tais como proteínas, lipídios, carboidratos, entre outras.

Quanto aos modelos, as estratégias utilizadas para sua elaboração e apresentação pelos estudantes foram construídas levando-se em consideração todos os detalhes da morfologia celular, utilizando-se

literatura apropriada para consulta de detalhes e características sobre o modelo específico, além de diversas informações sobre os mesmos.

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

Um elemento importante e levado em consideração neste estudo foram as ideias iniciais dos estudantes, especialmente coletadas por meio das respostas contidas no questionário diagnóstico e no pré-teste, essenciais para o direcionamento dos tipos morfológicos de modelagem que foram construídos e para a percepção do docente sobre os aspectos que deveriam ser utilizados sobre a biologia celular para a ancoragem das novas informações.

Uma vez analisado todo o processo de intervenção, os mapas revelaram em sua maioria, indícios de aprendizagem significativa, embora alguns mapas ainda retratam vestígios de uma aprendizagem mecânica, visto que, após as intervenções, manifestaram conceitos errôneos e desarticulados, sem margem para uma interpretação própria. Essa aprendizagem ocorre como produto da ausência do subsunçor associado à nova informação a ser aprendida. Um exemplo disso foi observado em alguns mapeamentos de estudantes que apontaram, por exemplo, que seres procariontes não são vivos, que a membrana plasmática é uma organela presente no citoplasma, que a fotossíntese é a respiração da célula vegetal, entre outros.

Antes das intervenções realizadas, os estudantes responderam questões sobre a biologia celular com aspectos simples e, muitas vezes, equivocados, diferente dos dados observados nos pós-testes, conforme pode ser observado nas tabelas 4 e 5. 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 reaperentaram conceitos que nos diagnósticos iniciais foram apontados de forma insatisfatória. Os aspectos morfológicos e fisiológicos das organelas, apresentados nos mapas conceituais dos alunos, representam o principal exemplo dessa evolução.

Quando comparada a qualidade das informações contidas nos mapas conceituais com as respostas constatadas nos questionários e pré-testes e ao triangular esses dados, verificamos a ocorrência de uma evolução conceitual no conjunto dos alunos investigados.

Consideramos como condição mais plausível para a verificação de indícios da ocorrência de aprendizagem significativa a análise das relações entre os conceitos novos apresentados nos mapas conceituais. Após a sequência de ensino, os estudantes foram capazes de construir proposições significativas 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.

Conclusões

O objetivo desse trabalho foi verificar a viabilidade da utilização de modelagem didática, por meio da construção de modelos concretos pelos estudantes, como material potencialmente significativo para a aprendizagem de conceitos de biologia celular. Para isso, as estratégias de intervenção foram inseridas em um trabalho de pesquisa tendo como amparo a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

Nessa 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: a busca pela observação e abordagem da pesquisa em ambiente externo ao espaço escolar e a própria abordagem prática no ensino de biologia, que teria uma eficácia ideal e objetiva com o uso de laboratórios bem equipados. Assim, diante da ausência de equipamentos custosos no lócus de ensino, característica das escolas públicas brasileiras, a utilização de modelos didáticos possibilitou uma maior interação entre os alunos, além de facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

Considerando a natureza do material utilizado, que possibilitou a construção de modelos concretos pelos estudantes e a pré-disposição 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, evidenciamos que o material organizado apresenta os elementos essenciais, o que o caracteriza como potencialmente significativo. Entretanto, é fundamental observar o que o aluno já sabe por meio de seus conhecimentos prévios, que foram evidenciados pela análise dos questionários, que possibilitaram a classificação dos subsunçores e, conseqüentemente, a organização da estratégia de ensino.

No interesse da explicitação dos vários conceitos que o material instrucional proposto aborda e nas relações subjacentes entre esses conceitos, a proposta de modelagem mostra-se particularmente útil diante de um conteúdo que envolve terminologias rebuscadas e eventos de difícil compreensão. Nesse sentido, evidenciamos a contribuição significativa dos modelos concretos observada no desempenho das avaliações sistemáticas. Outra evidência considerável de ocorrência da aprendizagem significativa pôde ser verificada nas relações estabelecidas pelos alunos entre os dados iniciais e os níveis de apresentação dos conceitos nos mapas conceituais utilizados como avaliação qualitativa.

O processo de triangulação compreendido pela análise dos questionários, testes e do mapa conceitual, bem como as análises das modelagens didáticas, demonstrou que houve o processo de apropriação significativa, favorecendo o estudante na interiorização dos conceitos de biologia celular e na construção de significados.

Essa proposta apresenta uma alternativa para o ensino e aprendizagem de biologia, uma vez que proporciona diálogos entre o conhecimento abstrato e o conhecimento teórico e a possibilidade de representá-lo por

meio de um modelo concreto, demonstrando uma negociação de significados na área biológica.

O uso da metodologia adotada na pesquisa possibilitou maior interação dos estudantes em atividades que propiciaram maior habilidade ao manipular o material e concretizar o modelo que facilitou a aquisição de conceitos da biologia celular, aumentando o potencial significativo das temáticas estudadas e minimizando, assim, a possibilidade da ocorrência de aprendizagem mecânica, que é recorrente no ensino da biologia em detrimento da cultura em decorar os conteúdos.

Implicações

O foco principal da pesquisa foi fortalecer o argumento de que as atividades com modelagem didática podem favorecer significativamente a aprendizagem conceitual de conteúdos de biologia celular. Relacionado a este propósito, Gowin (1981) comenta que deve haver uma relação triádica entre professor, materiais educativos e aprendiz. Assim, um episódio de ensino e aprendizagem caracteriza-se pelo compartilhamento de significados entre estudante e professor, a respeito de conhecimentos veiculados por materiais educativos aliados ao currículo. Utilizando materiais educativos relacionados ao currículo, estudante e professor buscam congruência de significados. O material de ensino, no entanto, deve ser potencialmente significativo, ou seja, elaborado de acordo com os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva do estudante e a pré-disposição para aprender. Esta relação não ocorre com qualquer ideia, mas com as ideias relevantes existentes e que sejam relacionáveis ou incorporáveis à estrutura cognitiva do aprendiz.

Os resultados desse trabalho piloto evidenciaram que o material utilizado para o ensino de biologia, em particular, a modelagem das células e mapas conceituais são materiais potencialmente significativos e que associados à estratégia de ensino usada, servirão como subsídio à reorganização do trabalho final de pesquisa.

No tocante relativo à pesquisa realizada, percebemos que os dados vão ao encontro do que preconiza Krapas et al (1997), quando apontam que a maximização de estudos sobre essa temática, em programas de pesquisas, poderá ocorrer por meio da compreensão das possíveis utilizações de modelos/modelagem na pesquisa e na educação.

Concordando com o referencial teórico escolhido para essa pesquisa, as considerações expostas no trabalho propõem ampliar ainda mais as discussões na temática abordada, visando a intensificar as pesquisas no ensino de biologia e contribuindo com a prática de educadores no ensino de ciências em sala de aula.

Referências bibliográficas

Aguiar Junior, O. (1998). O papel do construtivismo na pesquisa em ensino de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, vol. 3, n. 2, p. 107-120.

Araújo-Jorge, T. C., Cardona, T. S., Mendes, C. L. S., Henriques-Pons, A., Meirelles, R. M. S, Coutinho, C. M. L. M., ..., e Luz, M. P. G. R. (2004).

Microscopy Images Interactive Tools in Cell Modelling and Cell Biology Education. *Cell Biology Education*, 3(2), 99-110.

Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós.

Ausubel, D. P.; Novak, J.D.; e Hanesian, H. (1980). *Psicología educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana.

Cerri, Y. L. N. S.; Nadalini, M. F. C., e Silva, L. H. A. (2001). Possibilidades e Dificuldades didáticas para o ensino da célula: modelo mental e representação visual. Em Marco Antônio Moreira, Ileana Maria Greca e Sayonara Cabral da Costa (Orgs.), *III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (pp. 1-12). São Paulo: FEUSP.

Della Justina, L. A. D., e Ferla, M. R. (2006). A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética - exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. *Arq Mudi*. v.10, n. 2, p. 35-40, 2006.

Della Justina, L.A.; RippeL, J.L.; Barradas, C.M.; Ferla, M.R. (2003). Modelos didáticos no ensino de Genética Em: *Seminário de extensão da Unioeste*, Cascavel.

Duit, R., e Glynn, S. (1996). *Mental Modelling*. Em G. Welford, J. Osborne & P. Scott (Eds.), *Research in Science Education in Europe: Current Issues and Themes* (pp. 166-176) London: Falmer.

Fernandes, R. C. A., e Neto, J. M. (2012). Práticas pedagógicas construtivistas em pesquisas sobre o ensino de ciências nos anos iniciais da escolarização. Em Alda Junqueira Marin e Selma Garrido Pimenta (Orgs.), *XVI Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino* (pp. 1-11). Campinas: FEUSP.

Ferreira, L. B. M., Guimaraes, Z. F. S., Guimaraes, E. M., e Franco, L.S. (2007). O papel dos modelos na formação de licenciandos em Ciências Biológicas: Uma investigação do tipo professor-pesquisador. Em Eduardo Fleury Mortimer (Orgs.), *VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de ciências* (pp. 1-12). Florianópolis: ABRAPEC.

Ferreira, P. F. M., e Justi, R. (2008). Modelagem e o "Fazer Ciência". *Química Nova na Escola*, 28, 32-36.

Gilbert, J., e Boulter, C. (1998). Models and modeling in science education. Em B. Fraser & K. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (pp. 53-66). Dordrecht: Kluwer.

Gowin, D. B. (1981). *Educating*. Uthaca, New York: Cornell University Press.

Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 173-184.

Krapas, S., Queiroz, G., Colinvaux, D., e Franco, C. (1997). Modelos: Uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 2(3), 185-205.

Krasilchik, M. (2004). *Práticas do ensino de biologia*. São Paulo: EDUSP.

Matos, C. H. C., Oliveira, C. R. F., Santos, M. P. F., e Ferraz, C. S. (2009). Utilização de Modelos Didáticos no Ensino de Entomologia. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 9(1), 19-23.

Mendonça, C. A. S.; Silveira, F., e Moreira, M. A. (2011). Mapa Conceitual: um recurso didático para o ensino dos conceitos sobre sistema respiratório. Em Isabel Martins e Marcelo Giordan Santos (Orgs.), *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência* (pp. 1-12). Campinas: ABRAPEC.

Moraes, R. (2000). É possível ser Construtivista no Ensino de Ciências? Em R. Moraes. (Ed.), *Construtivismo e Ensino de Ciências: Reflexões Epistemológicas e metodológicas* (pp. 103-158). Porto Alegre: EDIPURS.

Moreira, M. A. (1999). *Aprendizagem Significativa*. Brasília: Editora da UnB.

Moreira, M. A. (2006). *Mapas conceituais e diagramas V*. Porto Alegre: UFRGS.

Moreira, M. A. (2009). *Subsídios teóricos para o professor pesquisador em Ensino de Ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa*. Porto Alegre: UFRGS.

Novak, J. D. (2000). *A demanda de um sonho: a educação pode ser melhorada*. Em J. J. Mintzes, J. H Wandersse e J. D Novak (Eds.), *Ensinando ciência para a compreensão* (pp. 22-44). Lisboa: Plátano.

Núñez, I. B., e Lima, A. A. (2008). O conhecimento pedagógico do conteúdo e os modelos no ensino de química: caminhos na busca da profissionalização docente. Em Orliney Maciel Guimarães (Orgs.), *XIV Encontro Nacional de Ensino de Química* (pp. 1-11). Curitiba: SBO.

Orlando, T. C., Lima, A. R., Silva, A. M., Fumisaki, C., Ramos, C. L., Machado, D. e Trez, T.A. (2009). Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, 10, 1-17.

Vázquez-Alonso, A., Manassero-Mas, M. A., Acevedo-Díaz, J. A., e Acevedo-Pomero, P. (2008). Consensos sobre a Natureza da Ciência: A Ciência e a Tecnologia na Sociedade. *Química Nova na Escola*, 27, 34-50.

Vinholi-Junior, A. J. (2011). Contribuições da Teoria da Aprendizagem Significativa para a aprendizagem de conceitos em Botânica. *Acta Scientiarum. Education, Maringá*, 33(2), 281-288.

Zierer, M., e Assis, R.C. (2010). A construção de modelos como estratégia para um ensino mais criativo na disciplina de bioquímica e biologia molecular. *Diálogos & Ciência*, 8(24), 1-15.

Anexo 1 Distribuição de padrões de respostas em categorias definidas para cada questão e resultados obtidos no questionário diagnóstico. SA – subsunçores adequados; AS – ausência de subsunçores; SPA – subsunçores parcialmente adequados; AGR – Agricultura; INF – Informática.* Não existem *subsunçores* parcialmente adequados entre as questões 13a e 14g, uma vez que se tratam de questões fechadas, impossibilitando análise dessa categoria de *subsunçor*.

CATEGORIA	SA		AS		SPA	
	Agr.	Inf.	Agr.	Inf.	Agr.	Inf.
Q1 – Conseguiu compreender o citoplasma como o maior espaço celular?	7	15	5	1	5	2
Q2a – Conseguiu estabelecer ligações coerentes as características da membrana plasmática e citoplasma?	6	13	10	5	1	-
Q2b – Conseguiu estabelecer ligações coerentes as características do núcleo e do citoplasma?	3	7	11	8	3	3
Q3 – Consegui apresentar elementos de constituição citoplasmática coerente?	5	4	9	6	3	8
Q4 – Conseguiu diferenciar célula procarionte de eucarionte?	9	3	6	10	2	5
Q5 - Conseguiu diferenciar célula animal de vegetal?	4	3	8	11	5	4
Q6 - Conseguiu diferenciar organismos unicelulares de pluricelulares?	2	-	13	16	2	2
Q7 - Conseguiu diferenciar vírus de organismos celulares?	2	-	14	17	1	1
Q8 – Conhece alguma(s) organela(s)?	1	5	10	7	6	6
Q9 – Conseguiu estabelecer comparações entre organelas celulares e órgãos do corpo humano?	2	9	11	7	4	2
Q10 – Conhece o movimento interno da célula (ciclose)?	1	8	8	9	8	1
Q11 – Conhece o termo citosol?	1	2	16	15	-	1
Q12 – Conhece o funcionamento de alguma(as) organela(s) celular(es)?	1	6	14	8	2	4
Q13a – Conseguiu compreender a função e características do retículo endoplasmático liso na célula?	4	6	13	12	-	-
Q13b – Conseguiu compreender o retículo endoplasmático rugoso na célula?	1	8	16	10	-	-
Q13c – Conseguiu compreender a função e características da mitocôndria na célula?	2	4	15	14	-	-
Q13d – Conseguiu compreender a função do lisossomo na célula?	1	-	16	18	-	-
Q13e – Conseguiu compreender a função e características do peroxissomo na célula?	2	3	15	15	-	-
Q13f – Conseguiu compreender a função e características do centríolo na célula?	2	10	15	8	-	-
Q13g – Conseguiu compreender a função e características do complexo	2	2	15	16	-	-

golgiense na célula?						
Q13h – Conseguiu compreender a função e características do citoesqueleto na célula?	6	9	11	9	-	-
Q13i – Conseguiu compreender a função do cloroplasto na célula?	3	7	14	11	-	-
Q13j – Conseguiu compreender a função e características do vacúolo do suco celular na célula?	3	8	14	10	-	-
Q13k – Conseguiu compreender a função e características do ribossomo na célula?	2	5	15	13	-	-
Q14a – Conhece a forma do complexo golgiense?	-	6	17	12	-	-
Q14b – Conhece a forma do centríolo?	-	9	17	9	-	-
Q14c – Conhece a forma do cloroplasto?	-	-	17	18	-	-
Q14d – Conhece a forma do retículo endoplasmático rugoso?	1	3	16	15	-	-
Q14e – Conhece a forma da mitocôndria?	3	3	14	15	-	-
Q14f – Conhece a forma do lisossomo?	-	-	17	18	-	-
Q14g – Conhece a forma do retículo endoplasmático liso?	-	2	17	16	-	-

Anexo 2.- Questões que compuseram o questionário de investigação dos conhecimentos prévios com exemplos de algumas respostas onde se pôde classificar os *subsunçores* adequados, parcialmente adequados ou a ausência de *subsunçores* e tópicos referentes às novas informações trabalhadas durante o período de intervenção.

Questões	Pergunta	Subsunçores adequados / parcialmente adequados	Ausência de Subsunçores	Novas Informações e conceitos apresentados por meio das intervenções
1.	Você já estudou que a célula apresenta três partes: membrana plasmática, citoplasma e núcleo. Você considera que o citoplasma seja a maior parte da célula? Por quê?	(20) – Sim, porque é onde ficam as organelas e até o núcleo e a membrana plasmática é o que o envolve; (26) – Sim. Pois o núcleo e a membrana plasmática, por mais importante que sejam, são menores que o citoplasma.	(1) – Sim. Porque é uma parte da célula onde se localizam várias partes da célula; (7) – Não, porque a membrana plasmática que é a maior parte da célula; (8) – Não porque a maior parte da célula é o Vacúolo Central.	Apresentação do citoplasma como local onde ocorrem as principais reações químicas da célula, responsáveis pela manutenção da homeostase dos organismos.
2.	Existe alguma	(3) - Sim, a membrana	(19) – Sim, porque faz parte da célula;	Estabelecimento das relações entre

	<p>ligação entre membrana plasmática e citoplasma?</p>	<p>plasmática "seleciona" os nutrientes que vão passar para o citoplasma; (20) – A membrana plasmática envolve o citoplasma e o protege e é a membrana que seleciona o que entra no citoplasma.</p>	<p>(34) - Sim, o citoplasma envolve a membrana plasmática.</p>	<p>membrana plasmática e citoplasma, onde a primeira regula as trocas entre o interior e o exterior da célula, mantendo sua integridade e delimitando seu espaço físico.</p>
	<p>Existe alguma ligação entre núcleo e citoplasma?</p>	<p>(5) – Sim, o núcleo é o local onde é armazenado o DNA e quando essa célula for se dividir a presença do citoplasma é necessária para que ela possa se duplicar;</p>	<p>(18) – Sim porque o núcleo tem que receber todos os tipos de coisa que o citoplasma manda, até chegar no DNA; (25) – Sim, pelo citoplasma que o núcleo manda ordem para a organela.</p>	<p>Associação entre as relações do núcleo e citoplasma, especialmente os transportes de substâncias produzidas no núcleo que passam pelos poros nucleares até chegarem ao citosol.</p>
3.	<p>Do que é constituído o citoplasma? Existe(m) algum(ns) tipo(s) de componente(s) que forma(m) o citoplasma(s)? Se sua resposta for positiva, escreva qual(is) é(são) esse(s) componente(s)</p>	<p>(3) – Organelas, substâncias orgânica e inorgânica; (8) – Citoplasma é um lugar intra celular e é preenchida por uma matéria chamada citosol onde encontramos citoplasma e o núcleo.</p>	<p>(5) – Citoplasma é a parte da célula que serve como uma barreira para impedir que as membranas se espalhem.</p>	<p>Reconhecimento de que o citoplasma é formado por uma espécie de líquido gelatinoso – a matriz citoplasmática, também chamada hialoplasma ou citosol – e várias outras estruturas celulares.</p>
4.	<p>Você já estudou em séries anteriores que existem células procariontes e eucariontes. Em sua opinião,</p>	<p>(5) – Sim, a diferença é que a célula eucarionte é mais desenvolvida do que a procarionte, ela possui organelas e também carioteca; (35) – Sim, pois no citoplasma de uma célula eucarionte</p>	<p>(3) – Sim, em uma célula procarionte a célula tem um núcleo onde dentro se encontra o DNA, e em uma célula eucarionte não tem núcleo portanto o DNA fica solto no citoplasma; (14) – Não porque</p>	<p>Conhecer as estruturas celulares das células procariontes e eucariontes, relacionando os nomes dos componentes internos e suas respectivas funções.</p>

	<p>existe(m) diferença(s) entre o citoplasma dessas duas células? Justifique sua resposta</p>	<p>contém muitas organelas, e no citoplasma de uma procarionte, há apenas um tipo de organela, além de DNA/RNA.</p>	<p>o citoplasma vai ser o mesmo para procarionte e eucarionte;</p>	
5.	<p>Você também estudou em séries anteriores que existem células animais e vegetais. No que se refere ao citoplasma, existe(m) diferença(s) entre essas células? Em caso positivo, apresente aquelas que você sabe.</p>	<p>(22) Sim, em alguns casos da célula animal existe algumas organelas que não existem na célula vegetal. Ex: vacúolo, peroxissomos; (23) Sim, no citoplasma animal existem os centríolos e na vegetal não, assim como na vegetal existem pequenos reservatórios de H₂O.</p>	<p>(1) Não. De diferença há somente que na célula vegetal há a parede celular; (5) Na célula vegetal tem uma parede celular muito diferente da animal e ela se alimenta por fotossíntese diferente da animal onde não é possível fazer fotossíntese e sim dos alimentos que comemos é retirados os nutrientes que precisamos;</p>	<p>Diferenciar o citoplasma de células eucariontes animais e vegetais e reconhecer, especialmente, as organelas presentes e ausentes em cada uma delas.</p>
6.	<p>Os organismos que são unicelulares apresentam citoplasma? Se sim, existe(m) alguma(m) diferença(m) entre o citoplasma dos unicelulares e dos pluricelulares? Qual(is) é(são) em sua opinião?</p>	<p>(22) Sim, algumas não tem organelas; (1) Não tem nenhuma diferença, porque elas são células; (10) Sim, e não existe diferença entre o citoplasma dos unicelulares e pluricelulares.</p>	<p>(6) O citoplasma dos unicelulares é mais desenvolvido; (11) Sim. No unicelular o citoplasma há organelas específicas para sua função (não precisa de comando do núcleo), não tem núcleo. Na pluricelular já tem núcleo que comanda as organelas.</p>	<p>Provar que a existência de citoplasma, com suas respectivas estruturas, aparecem tanto em eucariontes unicelulares como em pluricelulares.</p>
7.	<p>Os vírus apresentam citoplasma? Se sim, existe(m)</p>	<p>(21) Não, porque o vírus não tem célula.</p>	<p>(5) Existe sim porém ela é única e não tem presença de organelas como exemplos a célula</p>	<p>Identificar o vírus como ser vivo acelular, desprovido de citoplasma com</p>

	alguma(m) diferença(m) entre o citoplasma dos vírus e dos outros seres vivos? Qual(is) é(são)?		animal ela apenas guarda em seu interior materiais genéticos; (35) Sim, não apresentam organelas.	organelas.
8.	Você conhece o termo Organelas Citoplasmáticas? O que você sabe sobre elas?	(31) Nas organelas possuem várias coisas que estabelecem entre si diferentes funções. Por exemplo, o ribossomo armazena proteína; (23) As organelas são como se fossem os "órgãos" da célula, pois cada uma tem uma função.	(29) Sim, ela forma o meio da célula; (12) Que elas <i>tem</i> alguma ligação com a célula do ser humano; (15) As organelas são como "pelos" que revestem o citoplasma.	Caracterizar todas as organelas citoplasmáticas; suas funções, posição e morfologia.
9.	Que comparação você faria entre as organelas citoplasmáticas e os órgãos que compõem o corpo humano?	(1) É que os dois é um sistema, se um não funciona direito o outro também não irá trabalhar bem. Os dois são uma espécie de conjunto; (10) Que as organelas são semelhantes aos órgãos do corpo humano, pois realizam tarefas semelhantes aos órgãos.	(18) A organela citoplasmática são os sustento dos órgãos humanos ou seja, tudo que o órgão produz a organela recebe; (20) Elas são quase a mesma coisa, só que estão na célula.	Oportunizar, dentro do possível, comparações entre o que as organelas desempenham como funções específicas para as células de forma semelhante à que os órgãos desempenham para os organismos desenvolvidos.
10.	Em sua opinião, o citoplasma permanece estático (parado) na porção interior da célula ou existe movimentação de seu conteúdo?	(9) Ele se movimenta constantemente, pois é um líquido.	(35) Ele permanece parado.	Apresentação do movimento de ciclose, que pode ser considerado como o movimento do citoplasma, além de apontar a da distribuição dos nutrientes.
11.	Você conhece o	(24) Sim, o que fica no citoplasma	(31) Fica se movimentando	Discernimento dos termos citosol,

	<p>termo citosol? Em caso positivo, escreva o que sabe sobre esse termo.</p>	<p>entre as organelas; (22) Sim, é a parte líquida ou gel do citoplasma; (9) Citosol é um líquido que tem no citoplasma.</p>	<p>liberando substâncias; (29) Citosol é o "citoplasma" do vírus.</p>	<p>hialoplasma e citoplasma, como terminologias para designação do conteúdo interno da célula, excetuando-se o núcleo.</p>
12.	<p>Que tipo de funções as organelas citoplasmáticas podem desempenhar na célula? Cite aquelas que você sabe.</p>	<p>(4) Respiração – Mitocôndrias, digestão de vitaminas – ribossomos, Citoesqueleto – sustentação da célula; (31) Ribossomo: armazena proteínas. Citoesqueleto: são micro túbulos.</p>	<p>(18) O nucléolo são tipos que manda tudo que fez para o DNA.</p>	<p>Apresentação das funções das organelas citoplasmáticas em uma célula.</p>