

PARA QUEM É EXITOSA AS AULAS TRADICIONAIS NA RECONSTRUÇÃO DE MODELOS MENTAIS DE CÉLULAS? UM ESTUDO DE CASO COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO EM UMA ESCOLA DE NOVA FRIBURGO, RJ

For who are traditional classes successful in reconstructing mental models of cells? A case study with high school students in a school in Nova Friburgo, RJ

Juliana Gomes Teixeira da Silva¹ [juliana.gtbio@yahoo.com.br]

Anderson dos Santos Portugal² [andersonportugal5@gmail.com]

Maycon Saviole da Costa¹ [savirole@hotmail.com]

Bruno Fernandes da Costa¹ [brunofernandez@yahoo.com.br]

1UERJ/CEDERJ - Polo UAB Nova Friburgo - 1660, Av. José Pires Barroso, 732 - Cônego, Nova Friburgo – RJ.

2 . UERJ/FFP/ Prefeitura Municipal de Araruama – PMA/

UERJ/CEDERJ - Polo UAB Magé - Av. Padre Anchieta, 163 - Centro, Magé - RJ, 25903-587.

Recebido em: 16/05/2023

Aceito em: 29/12/2023

Resumo

O objetivo principal deste trabalho é averiguar o uso de modelos mentais de células e suas representações por alunos do segundo ano do ensino médio em uma escola pública em Nova Friburgo, e se, a partir de uma aula expositiva tradicional, estes modelos se perpetuam ou há reconstrução dos modelos mentais. Analisou-se as respostas para uma pergunta sobre o conceito de célula e modelos de célula expressos por desenhos ou massa de modelar antes e após uma sequência didática tradicional. Os resultados após a intervenção pedagógica demonstraram aumento da quantidade de alunos que chegaram mais próximo ao conceito de célula completo, porém a maioria ainda apresentou o conceito de forma equivocada. Os alunos tiveram acesso aos termos científicos, mas demonstraram não apreender o significado. Quando comparados os termos científicos às representações, pôde-se perceber que após a intervenção didática houve redução dos alunos que optaram por usar a massa de modelar. Esse decréscimo foi influenciado pelos materiais utilizados, que priorizavam representações planares de células, desestimulando os alunos a uma ação criativa e valorizando a memorização. Nota-se que a aula tradicional não funciona quando mal aplicada. Os resultados obtidos entre o antes e o depois da aula podem gerar memorização temporária dos alunos. O professor deve levar em conta que a desconstrução de modelos equivocados e aperfeiçoamento dos modelos mentais de célula não é sinônimo de fracasso. Promover ressignificação do erro pode ter impacto positivo na trajetória do estudante e na prática docente do professor.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Conceito de célula. Modelos mentais. Modelo didático.

Abstract

The main objective of this study is to investigate second-year high school students' mental models of cells and their representations in a public school in Nova Friburgo, and whether these models are perpetuated or reconstructed from a traditional expository lesson. Before and after a traditional didactic sequence, the answers to a question about the concept of cell and cell models expressed by drawings or modeling clay were analyzed. The results of the educational intervention showed an increase in the number of students who presented the complete cell concept, but the majority

still presented it ambiguously. The students had access to scientific terms but did not understand what they meant. When comparing the representations, it is possible though that after the didactic intervention, there was a decrease in the number of students who chose to use modeling clay. This decrease was influenced by the materials used, which prioritized planar representations of cells, discouraging students from engaging in creative activities and emphasizing memorization. The traditional lesson does not work when it is poorly applied, and the results obtained between before and after the lesson can generate temporary student memorization. The teacher has to take consideration that the deconstruction of mistaken models and the improvement of mental models of cell is not synonymous with failure. Promoting resignification of error can have a positive impact on the student's path and on the teacher's teaching practice.

Keywords: Science teaching. Concept of cell. Mental models. Didactic model.

1 INTRODUÇÃO

As células são as unidades básicas estruturais e funcionais dos seres vivos (DE ROBERTI, HIB, 2006). Os alunos da educação básica possuem conhecimento de algum conceito celular advindo do cotidiano, ainda que nem sempre façam a correlação entre células e órgãos, reações e percepções que ocorrem no próprio corpo, considerando esses conceitos separadamente (FRANÇA, 2015; MOREIRA, 1996).

Na aula expositiva tradicional, o professor faz considerações orais/escritas sem considerar o conhecimento prévio dos alunos. Nessa estratégia, o foco está no professor, e o aluno é um agente passivo que recebe as informações enviadas pelo professor (RIBEIRO, 2007). Esta técnica pode trazer benefícios e limitações ao ensino-aprendizagem (RIBEIRO, 2007; GODOY, 2000). Quando bem aplicada e com interlocução de outras técnicas, a aula expositiva pode atingir objetivos educacionais, entre os mais notórios, a transmissão de conhecimentos, economia de tempo para professor e aluno, facilidade de assimilação de conteúdo para o aluno (BALCELLS, MARTIN, 1985). No entanto, como o conteúdo é apresentado aos alunos em sua forma final na exposição, esta técnica tem sido criticada como condição estimulante a aprendizagem receptiva (cópia) e ao não favorecimento do conhecimento das capacidades intelectuais mais complexas (GODOY, 2000).

O conceito de célula nas aulas de Biologia, muitas vezes, é abordado em um modelo tradicional de ensino, baseado em “memorização e reprodução de informações de forma descritiva, segmentada e teórica” (OLIVEIRA, 2005). Pesquisas sobre o ensino-aprendizagem de Biologia demonstram que alunos da educação básica têm dificuldades de construir o pensamento biológico e apresentam ideia limitada do conceito de célula, ocasionando confusão entre conceitos de átomo, molécula e tecido (OLIVEIRA, 2005; GIORDAN, VECCHI, 1996; PEDRANCINI *et al.*, 2007; GRECA, MOREIRA, 1996; PALMERO, 2003; CERRI, NADALINI, SILVA, 2001). Além disso, o conceito de célula é muito abstrato para alunos do ensino médio, principalmente quando este só é visto de modo teórico (OLIVEIRA, 2005; PEDRANCINI *et al.*, 2007; BASTOS, 1992; CABALLER, GIMÉNEZ, 1993).

O conhecimento prévio que os estudantes trazem para a sala de aula é crucial para o ensino-aprendizagem, pois este funciona na estrutura cognitiva à medida como ponto de ancoragem (subsúcores) para novas ideias, conceitos e proposições (LE MOS, 2011). A aprendizagem ocorre quando o sujeito relaciona o material novo em sua estrutura cognitiva, associando o conteúdo de forma não arbitrária e substantiva (não literal) à estrutura cognitiva existente do sujeito. A substantividade significa que o material a ser incorporado na estrutura

cognitiva do aprendiz se relaciona sem alterações, caso outros símbolos diferentes, mas análogos, sejam utilizados (MOREIRA, 2011).

Devido à característica de poderem ser reconstruídos ou revisados, os modelos mentais possuem significado de aprendizagem. Possivelmente, a aprendizagem é considerada significativa quando o sujeito consegue construir um modelo mental da nova informação (MOREIRA, 2011). Sobre os modelos mentais, as representações internas ou representações mentais são maneiras de significar internamente o mundo externo. Os indivíduos apresentam modelos mentais limitados por sua experiência, conhecimento e pela estrutura responsável em processar informação no cérebro humano (MOREIRA, 1996; BEZERRA, *et al.*, 2015).

Os modelos mentais são representações individuais e inacessíveis a outras pessoas. Somente o modelo expresso por meio da fala ou ações é possível acessar essa atividade mental (LIMA, 2007). Os modelos dos alunos não são precisos e completos como os modelos científicos, pelo contrário, na realidade, aqueles são modelos incompletos, confusos e instáveis e há maior necessidade de investigação científica para melhor entender as relações de ensino-aprendizagem (BASTOS, 1992; GONZÁLEZ, 2005).

O objetivo principal deste trabalho é averiguar o uso de modelos mentais de célula e suas representações por alunos do segundo ano do ensino médio em uma escola pública em Nova Friburgo, e, se a partir de uma aula expositiva tradicional, estes modelos se perpetuam ou se existe reconstrução dos modelos mentais. A partir dos resultados obtidos, serão discutidas a temática do processo de aprendizagem do conceito de célula e sua estrutura e a importância da compressão dos modelos mentais, expressos pelos alunos, para a aprendizagem significativa no ensino de Ciências.

2 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no município de Nova Friburgo, região serrana do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. O município está localizado no centro-norte do Estado, na Mesorregião do Centro Fluminense, a 22°16'55" de latitude sul e 42°31'52" de longitude oeste, a uma altitude média de 985 metros, distando 136 km da capital fluminense (IBGE, 2010).

A coleta de dados ocorreu em um colégio da rede pública estadual, localizado na zona rural do município de Nova Friburgo, no 3º distrito, Campo do Coelho, nos meses de março e abril de 2013. A pesquisa foi realizada com 27 estudantes do 2º ano do ensino médio, sendo 9 meninos e 18 meninas (média de idade de 16 anos). A pesquisa teve autorização da escola para a execução das atividades. A participação dos alunos na pesquisa foi condicionada à concordância e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE. Para os alunos menores de 18 anos, os pais e responsáveis pelos alunos assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE. Ambos os termos informaram que a proposta da pesquisa não apresentava nenhum tipo de risco aos envolvidos, bem como sua participação não implicaria em nenhuma vantagem de ordem financeira. Ainda salientavam que as informações coletadas poderiam ser utilizadas em publicações como livros ou periódicos, e divulgadas em eventos científicos, não obstante, assegurando o sigilo das identidades dos participantes. No presente trabalho os alunos não foram identificados com nomes, e sim com siglas (A1 até A27).

4.4 Coleta

Trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa para aplicação prática e com caráter exploratório, cuja coleta de dados foi orientada pelo método da pesquisa experimental antes-depois com um único grupo. Para a criação das categorias, para agrupar representações de mesmo perfil e suas respectivas descrições, antes e após intervenção pedagógica, o percurso metodológico foi do tipo qualitativo, utilizando-se o método de BARDIN, 1977. As atividades realizadas estão expostas na Tabela 1:

Tabela 1: Cronograma com as etapas da sequência didática realizadas neste trabalho

Sequência didática ocorrida na primeira aula (1h e 40 min)		
Ação	Tempo da Ação	Executor
Pergunta aos alunos: “O que é célula?”	15 min	Autores
Construção do modelo mental pelos alunos	30 min	Autores
Aula tradicional (quadro e explanação oral) + (leitura do livro didático com pausas para explanação)	50 min	Professor da turma
Tarefa: pesquisa e desenho para casa	Minutos finais	Professor da turma
Sequência didática ocorrida na segunda aula (50 min)		
Ação	Tempo da Ação	Autores
Estudo dirigido	Ação concomitante (50 min)	Professor da turma
Apresentação de <i>slides</i> com fotos de microscopia de células		Professor da turma
Sequência didática da terceira aula (50 min)		
Ação	Tempo da Ação	Executor
Pergunta aos alunos: “O que é célula?”	15 min	Autores
Construção do modelo mental pelos alunos	30 min	Autores

Fonte: os autores, 2023.

Na primeira aula (com duração total de uma hora e quarenta minutos), os autores explicaram aos alunos que haveria uma pesquisa-trabalho. O professor concedeu 15 minutos para os alunos realizarem a primeira tarefa (para coleta de dados do presente trabalho) que foi responder uma questão sobre o tema célula. A questão foi direta: “Frequentemente nos deparamos com notícias de pesquisas realizadas com células. No entanto, não lembramos ou sabemos definir uma célula, sua função ou importância. Fique à vontade para escrever tudo o que você consegue lembrar sobre o conceito de célula.” Na segunda tarefa, na mesma aula, disponibilizou-se papéis, lápis de cor e massa de modelar para que os alunos escolhessem de que forma preferiam construir seus modelos de células (eucarionte animal), não havendo consulta a nenhum material de apoio. Esta segunda tarefa foi realizada em trinta minutos, aproximadamente. No restante da aula (cinquenta e cinco minutos aproximadamente), deu início a terceira etapa do trabalho em que o professor iniciou o conteúdo de célula, conforme havia programado, e ministrou sua aula como faz habitualmente. No final da aula, o professor solicitou a quarta tarefa: fora da escola, os alunos deveriam fazer uma pesquisa e elaborar uma tabela com as organelas e funções das células eucariontes (animal e vegetal) e procarionte. Poderia ser utilizado o livro didático (AMABIS, MARTHO, 2010) e/ou material de internet com as devidas referências.

Na segunda aula (com duração total de cinquenta minutos), outro dia, a quinta tarefa foi executada: o professor conferiu e comentou sobre a pesquisa solicitada e depois distribuiu uma apostila com fotos reais de microscopia óptica, eletrônica, modelos e ilustrações de células humanas, vegetais e de micro-organismos. Nesta apostila também havia informações sobre os tipos de microscópios utilizados. Estas mesmas fotos foram simultaneamente apresentadas em *slides*. O professor explicou detalhadamente cada fotografia. Logo após, foi realizado um estudo dirigido com uso da apostila e *slides*.

Na terceira aula (com duração total de cinquenta minutos), realizada na semana seguinte, a sexta tarefa foi responder novamente à questão sobre o conceito de célula. A questão foi exatamente a mesma aplicada na primeira tarefa e sob as mesmas condições. E, por fim, na sétima tarefa, os alunos construíram novamente um modelo de célula: eucarionte animal utilizando os mesmos materiais e sob as mesmas condições da segunda tarefa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das informações para respostas dos alunos sobre a pergunta “O que é célula?” (no início e no fim da sequência didática) permitiu a criação de quatro categorias (Tabela 2). As categorias são: “classificação completa de célula”, quando o aluno apresentava conceitos completos de estrutura, funções e importância da célula; “conceito de célula de forma incompleta e/ou equivocados”, quando relacionavam algum aspecto da célula em detrimento de outro ou algum erro conceitual; “célula é um microrganismo”, quando o aluno classificava e/ou comparava todas as células existentes como organismos microscópicos como bactérias e vírus. A última categoria relaciona a utilização de termos de Química e Biologia para conceituar a célula, com confusão teórica de conceitos e nomenclaturas, sendo comuns, respostas de que células são partículas, moléculas, órgãos ou tecidos.

Tabela 2: Categorias de respostas para o conceito de célula, classificação do tipo de material utilizado para a representação de célula e categorização dos modelos de células feitos pelos alunos, seguidas da porcentagem de ocorrências antes e após a sequência didática

Categorias	Antes da sequência didática (%)	Após a sequência didática (%)
Respostas dos alunos para o conceito de célula		
Conceito de célula de forma incompleta e/ou equivocados	36	36
Utilização de termos equivocados de Química e Biologia para conceituar a célula	32	16
Conceito célula completo	12	32
Célula é um microrganismo	20	16
Tipo de material escolhido pelos alunos para representação do modelo de célula		
Modelo com massinha de modelar	58,6	18,5
Desenho em papel	41,4	81,5
Classificação dos modelos feitos pelos alunos		
Célula tridimensional com organelas representadas sem serem nomeadas	63	19
Célula tipo planar “ovo-frito” com algumas organelas representadas e nomeadas	33	77
Célula planar com organelas representadas, porém não nomeadas	4	4

Fonte: os autores, 2023.

Durante a execução da atividade de responder sobre conceito de célula, antes da aplicação da sequência didática, alguns alunos consideraram a pergunta muito difícil. Disseram que já haviam estudado este conteúdo antes, mas não se lembravam do conceito. Uma das falas retrata o obstáculo epistemológico que o tema proporciona:

“Esses nomes dessas coisas que tem dentro da célula são muito difíceis de decorar! Muito complicado! Só lembro que essa bolinha no centro é o núcleo”.

Aluno A18

Um dos motivos para a dificuldade na formação conceitual dos alunos, além do alto grau de abstração requerida é a nomenclatura pouco familiar. Os alunos tiveram acesso aos termos científicos, mas demonstraram não apreender o significado. Muitos deles reproduziram o conceito aparentemente derivado da memorização após o professor repeti-lo diversas vezes nas aulas. Bezerra *et al.* (2015) perceberam grande dificuldade dos alunos em expressar suas concepções do

conceito de célula, por ser muito abstrato. Os autores sugerem que o professor utilize o conhecimento prévio do aluno e metodologias que minimizem a dificuldade de os alunos entenderem a ludicidade do tema.

Houve manutenção de alta porcentagem de alunos que apresentaram o conceito de célula de forma incompleta (ora mencionando a morfologia, ora a fisiologia da célula) antes e depois da sequência didática (36%). A forma e o estímulo apresentados ao aluno não incitaram estes a terem novos desafios intelectuais, novos objetivos e exigência, colocando este aluno em um lugar comum, replicando modelos antigos já internalizados. Isto traz ao aluno empecilhos para conseguir formular pensamentos e modelos mais complexos ou retardando este processo, como visto nos resultados expostos (VYGOTSKY, 1991).

Dentre os alunos que responderam de forma incompleta e/ou equivocados, foi percebido que alguns deles apresentaram hesitação no momento de resposta do conceito de célula no final da atividade. O aluno A10, por exemplo, apresentou o seguinte conceito de célula anterior à intervenção do professor: *“Células são componentes da nossa formação física”*. Após a sequência didática, o mesmo aluno optou por não apresentar o conceito de célula alegando esquecimento. Conforme Pedrancini *et al.* (2007), alunos que cursam o ciclo final do ensino médio demonstram uma certa hesitação ao elaborarem o pensamento biológico e conservam conceitos alternativos como, por exemplo, trocar o conceito de célula com os de átomo, molécula e tecido. Este conceito complexo associado ao ensino fragmentado impossibilita a aprendizagem do conteúdo celular.

Alguns dos alunos apresentaram, ao conceituar célula, confusão com outros conceitos científicos (32%). Este é um erro comum a alunos do ensino médio como observado em outros estudos (GIORDAN, VECCHI, 1996; PEDRANCINI *et al.*, 2007; LIMA, 2007; GONZALEZ, 2005). Houve diminuição destes erros após a aplicação da sequência didática (16%), porém foi observado que alguns alunos trocaram os conceitos prévios aos novos conhecimentos obtidos, como no caso do aluno A3:

“Células são moléculas que contêm no organismo dos seres vivos”. Após a intervenção, o mesmo aluno conceituou a célula da seguinte forma: *“Células são unidades morfológicas, de moléculas presentes no organismo”*.

Aluno A3

Esta fala do aluno demonstra que ele decorou diversas palavras e as utilizou sem se apropriar dos conceitos contidos. Quando a aula é centrada em definições, ilustrações e memorização, a resultante pode ser uma falsa aprendizagem (GIORDAN, VECCHI, 1996). Além disso, os conceitos científicos não se estabelecem e nem compõe a formação do pensamento, logo, na apropriação semântica do vocábulo (VYGOTSKY, 2001).

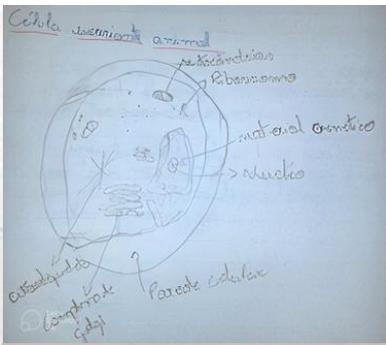
Quando comparadas as representações, pode-se perceber que após a intervenção houve uma redução dos alunos que optaram por usar a massa de modelar. Antes da sequência didática, 58,6% utilizaram massa de modelar, após esta, a porcentagem foi reduzida a 18,5% (Tabela 2) e ilustrado na Tabela 3 pela imagem do aluno A1. Esse decréscimo provavelmente foi influenciado pelos materiais midiáticos a que os discentes tiveram acesso, que priorizavam representações planares de células, tanto no livro didático quanto nos *slides* e na apostila.

Os alunos, ao realizarem a tarefa de construção do modelo didático após a sequência aplicada, sentiram-se restringidos, uma vez que foi valorizado somente a reprodução do material a eles apresentados. O uso equivocado de estratégias tradicionais deve ser visto com cuidados, para que a escola não forme meros “repetidores” e os professores cerceiem a criatividade dos alunos (BEHRENS, 2003), sendo motivos que dificultam a aprendizagem significativa de conceitos e processos biológicos (PEDRANCINI *et al.*, 2007).

Para as representações dos modelos mentais de célula elaborados pelos alunos, foram criadas 3 categorias de representação dos modelos mentais (Tabela 2): “célula planar com representação das organelas sem nome”; “célula tipo planar ‘ovo-frito’ com algumas organelas representadas e nomeadas”; “célula tridimensional com organelas representadas sem serem nomeadas”.

Em todos os modelos feitos com massa de modelar (3D), nenhum aluno citou o nome das organelas (embora algumas tenham sido representadas), nem mesmo após intervenção do professor (Tabela 3). Os alunos foram incentivados a colocar um palito com um papel para escrever o nome da organela, mesmo assim, nenhum aluno optou por fazê-lo.

Tabela 3: Imagens comparando as representações de alguns alunos antes e após a sequência didática

Alunos	Modelo antes da sequência didática	Modelo após sequência didática
Aluno A1		
Aluno A10		

Fonte: os autores, 2023.

Em relação à presença de organelas nos modelos criados pelos alunos, antes da sequência didática, foram citadas em 33%; após a intervenção, esse número de citações passou para 77% (Tabela 2). Esse aumento pode ter sido reflexo da leitura acompanhada feita em sala, da apostila fornecida aos discentes e da pesquisa que deveria ser realizada fora da escola.

Tauceda, Del Pino (2011) encontraram resultados semelhantes com alunos que tiveram dificuldade de formarem modelos mentais consistentes com modelos científicos após serem expostos a figuras de livros didáticos. Para Greca, Moreira (1996), o fato de os alunos apresentarem grande dificuldade em construir modelos mentais sugere que os conceitos não foram aprendidos de forma significativa. Em contrapartida, na pesquisa de Palmero (2003), a pesquisadora não considerou como modelos mentais os desenhos dos alunos que tiveram grande

similaridade com as figuras do livro didático, por entender que esses livros condicionam o processamento mental e, por conseguinte, sua conceitualização cognitiva. Contudo, a mesma autora faz questão de frisar a necessidade de apresentar a célula de maneira que simplifique sua visualização e modelagem pelos alunos, a fim de favorecer o aprendizado deste tema. Tal fato foi corroborado pela pesquisa de Tauceda, Del Pino (2010), que obteve resultados similares e também não considerou tais desenhos como modelos mentais. Estes autores defendem a possibilidade dos alunos se tornarem agentes do próprio aprendizado ao reverem seus conceitos, sob nova ótica, com o objetivo de tornar a aprendizagem significativa.

Os alunos precisam entender o processo de aprendizagem abandonando o hábito de decorar para compreender os conceitos, de outro modo, não terão habilidade para explicar novas situações. Testando seus modelos, nestas novas situações, serão capazes de perceber que a possibilidade de aperfeiçoar estes modelos não é sinônimo de fracasso.

A identificação dos tipos de modelos mentais expressos pelos alunos no processo de aprendizagem do conceito de célula e sua estrutura, para alguns alunos, como no caso da Tabela 3, não foi suficiente para avaliar com exatidão em que nível a aprendizagem foi significativa. Para este grupo de alunos, deveria haver formação de uma nova representação de modelo mental com a informação adquirida (MOREIRA, 2011).

Assim como no trabalho de Cerri, Nadalini, Silva (2001), na presente pesquisa, várias representações das diversas organelas também revelaram não haver critério para a presença e posição destas em relação às funções desempenhadas. Desse modo, os modelos expressos pelos alunos investigados são tomados como elementos essenciais durante a construção do conceito de célula, mas que, no processo de ensino-aprendizagem, deverão ser transformados. A Figura 2 demonstra claramente este fato. O aluno A24 produz um modelo em que o retículo endoplasmático liso foi representado longe do retículo endoplasmático rugoso quando, na verdade, deveria estar acoplado, além de algumas organelas estarem ausentes.



Figura 1: Exemplo da falta de critério para a posição das organelas no modelo expresso pelo aluno A24, após intervenção pedagógica

Os resultados desta pesquisa demonstraram formação de modelos aparentemente baseados nas figuras do livro ou apresentados pelo professor. Apesar disso, os alunos estão em processo de formação do modelo mental, afinal, conforme Moreira (2011), os modelos podem ser

reconstruídos e/ou revisados. A identificação desses modelos mentais permite ao professor avaliar os modelos conceituais que irá utilizar durante o processo de ensino-aprendizagem de Ciências, a fim de que sejam potencialmente significativos para o aluno. Para Gonzalez (2005), o aluno forma um modelo mental de um conceito com alto grau de abstração como o conceito de célula, comparando modelos didáticos durante o processo de ensino-aprendizagem de Ciências e utilizando o modelo visto inicialmente como alicerce para outros modelos que lhe serão apresentados em uma aprendizagem futura.

Embora Moreira (1996) aponte que os modelos mentais expressos pelos estudantes sejam incompletos, confusos e instáveis, é possível, como apresentado neste trabalho, verificar as dificuldades de aprendizagem dos alunos sobre um tema abstrato, assim como é importante esta análise para melhor pensar as estratégias didáticas e de instrumentação para o professor.

A organização de um estudo em que o aluno possa testar seus modelos e ideias pode levá-lo a superar tais modelos ainda que receba informações equivocadas no decorrer do processo de ensino-aprendizagem (como pesquisas realizadas em sites não confiáveis, por exemplo), exige tempo e é possível que modelos em conformidade com os modelos científicos atuais sejam formulados coexistindo com “antigas crenças e suposições” (KAWASAKI, BIZZO, 2000).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maioria dos alunos apresentou o conceito de célula de forma equivocada, inclusive após intervenção pedagógica. A hesitação ou a escassez de conhecimento do tema pelos alunos pode ter sido um dos maiores entraves para a construção do conceito de célula, mesmo após a sequência didática.

Além disso, destacamos que o professor, ao lecionar tal tema, precisa ter extremada atenção, pois, no grupo pesquisado, a dificuldade na formação conceitual se deu no alto grau de abstração requerida e a nomenclatura pouco familiar aos alunos, gerando entraves epistemológicos. Os resultados desta pesquisa demonstraram formação de modelos aparentemente baseados apenas nas figuras do livro e de imagens vistas pelos alunos.

A aula tradicional apesar de um bom modelo, se mal aplicada e direcionada, não tem resultado e qualquer resultado obtido entre o antes e o depois da aula é em razão de uma memorização temporária. A memorização temporária favorece o engessamento das práticas docentes e é um perigoso veículo que mascara déficit de aprendizagem. O professor deve levar em conta que desconstrução de modelos equivocados e aperfeiçoamento dos modelos mentais de célula não é sinônimo de fracasso. Promover ressignificação do erro pode ter impacto positivo na trajetória do estudante e na prática docente do professor.

5 Referências

- AMABIS, J. M., MARTHO, G. R. (2010) *Biologia das células* – Volume: 1.3. Ed. – São Paulo: Moderna.
- BALCELLS, J. P, MARTIN J. L. F. (1985). *Os métodos no ensino universitário*. Lisboa: Livros Horizonte.
- BARDIN, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70 Ltda.

- BASTOS, F. (1992). O conceito de célula viva entre os alunos de segundo grau. *Em Aberto*, ano 11, n. 55, p. 63-69.
- BEHRENS, M. A. (2003). *O paradigma emergente e a prática pedagógica*. 3. ed. Curitiba: Champagnat.
- BEZERRA, E. J., JUNIOR, A. S. S., SILVA, D. G., NEVES, R. F., MELO, S. W. (2015). Concepções e Modelos Mentais de Célula com Estudantes do Ensino Médio. In: *Anais X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC*. Águas de Lindóia, SP, 24 a 27 de Novembro de 2015.
- CABALLER, M. J., GIMÉNEZ, I. (1993). Las ideas del alumnado sobre el concepto de célula al finalizar la educación general básica. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 63-68.
- CERRI, Y. L. N. S., NADALINI, M. F. C., SILVA, L. H. A. (2001). Possibilidades e Dificuldades didáticas para o ensino da célula: modelo mental e representação visual. In: Moreira, M. A.; Greca, I. M e Costa, S. C. (Orgs.). *Anais III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (p. 1-12). São Paulo: FEUSP.
- DE ROBERTIS, E., HIB, J. (2006). *Bases da Biologia Celular e Molecular*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- FRANÇA, J. A. A. (2015). *Ensino- aprendizagem do conceito de “célula viva”: proposta de estratégia para o ensino fundamental*. 136f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, Brasília -DF.
- GIORDAN, A., VECCHI, G. (1996). *As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. 2 Ed. Porto Alegre: Artmed.
- GODOY, A. (2000). Revendo a aula expositiva. In D. A. Moreira (Org.). *Didática do Ensino Superior. Técnicas e Tendências* (pp. 75-82). São Paulo: Editora Pioneira. 2000.
- GONZÁLEZ, B. M. G. (2005). EI modelo analógico como recurso didático en ciencias experimentales. *Revista Iberoamericana de Educación*. v. 37, n. 2.
- GRECA, I., MOREIRA, M. A. (1996) Un estudio piloto sobre representaciones mentales, imágenes, proposiciones y modelos mentales respecto al concepto de campo electromagnético em alumnos de física general, estudiantes de postgrado y físicos profesionales. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.1, n. 1, p.95-108.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). *Sinopse do Senso Demográfico 2010 - Síntese de Indicadores Sociais – Uma análise das condições de vida da população brasileira*. 2010.
- KAWASAKI, C. S., BIZZO, N. M. V. (2000). Fotossíntese: um tema para o ensino de ciências? *Revista Química nova na escola*. v. 6. n. 12, p. 24-29, nov. 2000.
- LEMOS, E. S. (2011). A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review* – v. 1, n. 1, p. 25-35.
- LIMA, A. A. (2007). *O uso de modelos no ensino de química: Uma investigação acerca dos saberes construídos durante a formação inicial de professores de Química da UFRN*. 250 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2007.
- MOREIRA, M. A. (1996). Modelos Mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*. v. 1, n. 3, p. 193-232, 1996.

MOREIRA, M. A. (2011). Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review* – v. 1, n. 3, p. 25-46.

OLIVEIRA, S. S. (2005). *Concepções alternativas e ensino de biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciados*. Editora UFPR. Educar, Curitiba, n. 26, p. 233-250, 2005.

PALMERO, M. L. R. (2003). La célula vista por el alumnado. *Ciência & Educação*, v.9, n. 2, p. 229-246.

PEDRANCINI, V. D., NUNES, M. J., GALAUCH, M. T. B., MOREIRA, A. L. O. R. RIBEIRO, A.C. (2007). Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. v. 6, n. 2, p. 299-309.

RIBEIRO, C. (2007). A aula magistral ou simplesmente aula expositiva. *Máthesis*, (16), 189-201. <https://doi.org/10.34632/mathesis.2007.5102>

TAUCEDA, K. C., DEL PINO, J. C. (2013). Os conhecimentos prévios e as implicações na aprendizagem significativa de David Ausubel na construção do modelo mental da membrana celular no ensino médio. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review* – v. 3, n. 2, p. 77-85.

Vygotsky, L. S. (1991). *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.

Vigotski, L. S. (2001). *Psicologia Pedagógica*. São Paulo: Martins Fontes.