

Contextualizando a Citologia com modelos didáticos produzidos por alunos do Ensino Médio

Rafael Moura da Silva Barros¹
Jaqueline Rabelo de Lima²

Resumo: Este trabalho relata uma proposta didática para abordagem de temáticas relacionadas à citologia, utilizando a construção de modelos tridimensionais de células e estruturas intracelulares, com alunos do 1º ano do ensino médio. A proposta envolveu aula teórica, construção, apresentação dos modelos e discussão em grupo, objetivando o estabelecimento de conexões entre os tópicos abordados e outros assuntos tratados em biologia, caracterizando uma abordagem integrada, tendo como fundamentação teórica, autores como Haydt (2008), Miotto et al (2016), Moreira e Masini (2009), Oliveira et al (2015) e Santos e Santos (2020). A avaliação consistiu na análise das discussões realizadas, quando da apresentação dos modelos e do desempenho dos alunos na resolução de testes. A partir dos resultados obtidos, conclui-se que a estratégia foi satisfatória como promotora do processo de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: metodologia, células, organelas, contextualização

1 Mestre pelo Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia da Universidade Estadual do Ceará - UECE, rafaelm_bio@hotmail.com;

2 Doutora pelo Curso de Biotecnologia da Universidade Federal do Ceará - UFC, jaqueline.lima@uece.com.

Introdução

A compreensão dos fenômenos que ocorrem em nível celular é fundamental para o entendimento da fisiologia dos organismos, como a contração muscular, a percepção dos estímulos externos, dentre outras manifestações biológicas que ocorrem nos organismos multicelulares, uma vez que esses fenômenos envolvem diferentes tipos de células que trabalham em conjunto (REECE et al, 2015).

Os professores podem encontrar dificuldades ao ensinar citologia em sala de aula, em função da impossibilidade de visualização das estruturas celulares sem o auxílio de equipamentos, tais como microscópios, exigindo abstração, tornando o ensino cansativo e pouco efetivo (GOMES; DIAS; MARQUES, 2017; MIOTTO et al, 2016; OLIVEIRA et al, 2015; SILVA et al, 2014).

Em muitos casos o livro didático é único recurso disponível, sendo, geralmente, insuficiente para o entendimento do assunto, mesmo com as figuras planas, são difíceis de serem compreendidas, por não representam adequadamente as estruturas de nível celular (MIOTTO et al, 2016; OLIVEIRA et al, 2015).

Vários autores apresentam como alternativa, os modelos tridimensionais, que possibilitam o aluno a observar diferentes ângulos e detalhes das estruturas celulares, facilitando a aprendizagem. Além disso, esse recurso promove outras vantagens educacionais como a motivação e o desenvolvimento de habilidades sociais e motoras.

Silva et al (2014) concluíram que aulas expostas com modelos amenizam as dificuldades em trabalhar assuntos de citologia, além de propiciarem o envolvimento dos alunos. Outros estudos relatam experiências que envolveram a construção de modelos por alunos, como o de Gomes, Dias e Marques (2017). Esses autores concluíram que a metodologia, promoveu situações de motivação, descontração, entrosamento, contextualização, reflexão e pesquisa, com a ativa participação dos alunos construção do conhecimento. Miotto et al (2016) perceberam que a construção de modelos atrai os alunos, despertando neles a curiosidade, aprimorando o aprendizado.

Considerando a ideia de que a célula é a unidade básica da vida e que suas manifestações refletem em outros níveis biológicos, os modelos tridimensionais usados nas aulas de citologia, podem estimular reflexões não somente restritas a este conteúdo em si, mas também sobre diversas outras áreas como a fisiologia e a genética, por exemplo, numa perspectiva integradora.

Essa abordagem pode ajudar a superar a dificuldade em “associar a estrutura da célula com a funcionalidade das organelas e a sobrevivência do organismo”, observada por Santos e Santos (2020, p. 142) em alunos do ensino médio. Para os autores, esse problema é, possivelmente, resultante do ensino pautado na visão da célula como “uma estrutura estática e fragmentada”.

Diante do exposto, este trabalho propôs a construção de modelos tridimensionais de células eucarióticas e de componentes citoplasmáticos, como estratégia para abordar a citologia com no ensino médio, utilizando esses modelos como ponto de partida para estimular contextualizações e integração com diferentes assuntos da biologia.

Metodologia

Esta pesquisa teve caráter qualitativo, envolvendo uma descrição dos resultados obtidos, interpretações, atribuição de significados e predominância da análise indutiva, sem utilização de métodos e técnicas estatísticas (PRODANOV; FREITAS, 2013).

A proposta didática foi realizada em uma turma de 1º ano do ensino médio de uma escola pública regular, num período de três semanas, incluindo o tempo de planejamento e de execução.

A aplicação ocorreu uma semana após o planejamento, iniciando-se com uma aula de 90 minutos, na qual realizou-se uma discussão sobre **organelas citoplasmáticas**, com o objetivo de investigar os conhecimentos prévios dos alunos, seguindo-se de uma exposição teórica dialogada sobre o tema, com exibição de vídeo e slides, e a definição dos grupos de trabalho.

A construção dos modelos consistiu numa atividade extraclasse, que ocorreu no decorrer de uma semana. Os materiais utilizados, a definição dos locais, dias e horários para a realização da atividade foram decididos por cada equipe, no intervalo de uma semana.

Na segunda aula, durante outros 90 minutos, ocorreram as apresentações dos modelos confeccionados, bem como as discussões sobre os mesmos, intermediadas pelo professor, que buscou estabelecer, ao longo dos diálogos, conexões entre as estruturas da célula, e com outras temáticas da biologia.

A avaliação dessa metodologia consistiu na análise da participação da turma nas discussões, e do desempenho dos alunos em dois testes objetivos: um aplicado, logo após a aula teórica, antes da construção dos modelos, e outro, após o término da sequência didática. Os testes eram compostos

por dez questões cada um, e apresentavam abordagem de conteúdo e grau de dificuldade equivalentes.

Resultados e discussão

Foram produzidos nove modelos de células e componentes citoplasmáticos (célula animal, célula vegetal, mitocôndria, centríolo, retículo endoplasmático, cloroplasto, complexo golgiense, citoesqueleto e núcleo).

Os grupos responsáveis por confeccionar a célula animal e a vegetal foram orientados a descrever suas estruturas gerais e seus principais componentes durante a apresentação. Já as equipes que representaram os componentes citoplasmáticos foram orientadas a enfatizar a descrição da morfologia e suas funções.

Durante as apresentações, os estudantes foram estimulados a avaliar os modelos, inferir sobre a viabilidade das células e estruturas celulares apresentadas, com o objetivo de proporcionar-lhes a percepção de certos detalhes que não foram considerados na construção das estruturas, como ausência de componentes, observância da proporção de tamanho, localização, entre outros.

A partir dessa iniciativa, os estudantes tiveram a oportunidade de refletir e avaliar seu próprio trabalho, corroborando com a ideia de que “a avaliação é orientadora, pois [...] permite ao aluno conhecer seus erros e acertos, auxiliando-o a fixar as respostas corretas e a corrigir falhas” (HAYDT, 2008, p. 14).

Houve também discussões sobre as relações que existem entre as células, e seus componentes, com outros conteúdos, incluindo alguns que já haviam sido estudados previamente ao longo do ano letivo, com o objetivo de promover uma abordagem integrada. A seguir são relatadas as principais discussões realizadas após a apresentação de cada modelo.

A figura 1 representa a **célula animal**, na qual, é possível observar a ausência de componentes citoplasmáticos essenciais, como as mitocôndrias, por exemplo. Essa evidência foi utilizada para discutir a viabilidade de uma célula, na qual essa e outras organelas estão ausentes. Foi discutida ainda, a importância das mitocôndrias, sua função, e a relação entre a quantidade de mitocôndrias na célula com o grau de atividade metabólica desta, com ativa participação do grupo que ainda iria apresentar o modelo dessa organela.

Figura 1: Célula animal



De acordo com Miotto et al (2016) e Oliveira et al (2015) os modelos proporcionam mais aprendizado quando são feitos de maneira mais coerente e detalhada, estando totalmente de acordo com o conteúdo teórico. No entanto, é sensato ressaltar que os equívocos podem ser discutidos, de modo a promover a reflexão dos estudantes, resultando em aprendizado (HAYDT, 2008).

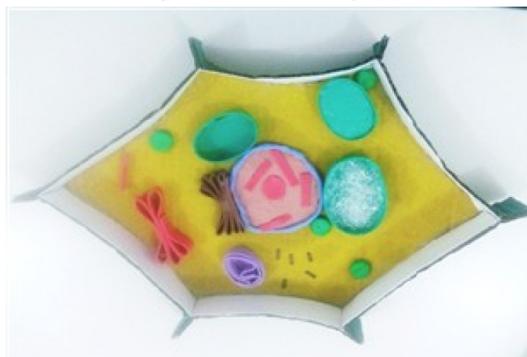
Outro fator importante são os diálogos entre diferentes assuntos, já que a sobrevalorização do conhecimento marcado “pela fragmentação e fraca contextualização dos conteúdos escolares, dificilmente auxiliará o aluno a entender que a célula é um fenômeno biológico que ocorre em diferentes organismos e que é de extrema importância para a vida” (SANTOS; SANTOS, 2020, p. 151).

Sob esse aspecto, aproveitou-se a discussão sobre a estrutura da célula para estabelecer conexões com temas já estudados anteriormente, como a composição das membranas, e a importância da organização dos fosfolipídios e proteínas no transporte de materiais nas células de todos os seres vivos.

Também foi questionado sobre a diversidade funcional e morfológica de células dentro de um mesmo organismo, uma vez que, praticamente, todas as células de um indivíduo apresentam a mesma composição genética, porém, certos genes são expressos em determinadas células, mas em outras, não, resultando nessas diferenças.

Observando a **célula vegetal** (Figura 2), percebe-se que o vacúolo de suco celular (ao lado direito do núcleo) está em tamanho um pouco menor que o núcleo, o que permitiu discutir sobre a existência de vacúolos que ocupam até cerca de 95% do volume de células vegetais maduras, bem como sobre as funções desse orgânulo. A apresentação da célula vegetal possibilitou ainda, a discussão sobre as diferenças entre a célula vegetal e a célula animal.

Figura 2: Célula vegetal



Na figura 3, está representado o *citoesqueleto*, com os microtúbulos (tubos de papel), e filamentos intermediários (palitos), porém, os microfilamentos estão ausentes, o que levantou uma discussão sobre a função de cada um desses componentes. Esse tipo de questionamento é importante, pois é necessário induzir o aluno a ver o modelo como uma representação da realidade (MIOTTO et al, 2016).

Figura 3: Citoesqueleto



Foi debatida a pouca representação do citoesqueleto nas imagens dos livros didáticos, e sobre como essa estrutura atua para que ocorra os movimentos celulares, de organelas, vesículas e partículas, e a contração muscular, relacionando novamente com o tema transporte de materiais pela célula.

O *núcleo* (Figura 4) foi construído apresentando todas as estruturas que o compõem, com carioteca, poros, nucleoplasma, cromatina e nucléolo, e durante a apresentação, os alunos ressaltaram, com certa insegurança, que se tratava de um modelo em que o núcleo está em interfase. Os estudantes

foram, então, estimulados a discutir sobre as modificações que ocorrem na morfologia do núcleo durante o processo de divisão celular e sobre a importância dela no crescimento, regeneração de tecidos e reprodução.

Figura 4: Núcleo celular



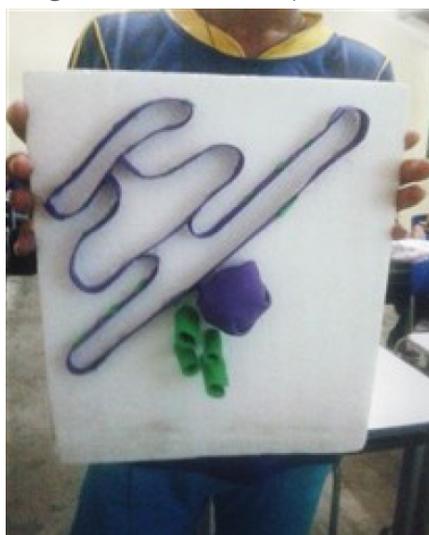
A figura 5 apresenta o modelo do *centríolo*, observa-se que essa organela foi apresentada como estrutura única, mas durante a apresentação a equipe foi indagada sobre o modelo em pares, dispostos perpendicularmente um ao outro. Foi discutida ainda, a função dessa organela na divisão celular, em células animais, e sobre a ausência dessa estrutura em células vegetais.

Figura 5: Centríolo



No modelo de *retículo endoplasmático* (figura 6), é possível perceber sua localização, próxima ao núcleo e seus dois tipos: o granuloso e o liso. Durante a apresentação, além de terem enfatizado sobre a estrutura e as funções dessas organelas, foi mencionado o efeito da ingestão de bebidas alcoólicas, no aumento da quantidade de retículo endoplasmático liso, resultando na tolerância do corpo ao efeito dessa droga, além da diminuição da eficácia de certos medicamentos, o que abriu espaço para a discussão sobre os peroxissomo, organela que também atuam na degradação de compostos tóxicos.

Figura 6: Retículo endoplasmático



Discussões como essas podem contribuir para uma aprendizagem significativa, que ocorre quando novas informações e ideias inter-relacionam com conceitos que já estão disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo, funcionando como pontos de ancoragem (MOREIRA; MASINI, 2009).

A *mitocôndria* está representada na figura 7, sua estrutura está bem caracterizada, com membranas externa e interna, cristas mitocondriais, DNA e ribossomos. Assim como o cloroplasto (Figura 8), com todos os seus componentes: tilacoides, DNA (fita amarela enrolada) e ribossomos.



Figura 7: Mitocôndria



Figura 8: Cloroplasto

Essas duas organelas, conforme as equipes mencionaram, possuem membrana dupla, DNA e ribossomos, características que permitiram estabelecer reflexões sobre a origem delas, relacionando com a teoria endossimbiótica. Essa discussão também levou à recapitulação sobre as diferenças entre a célula procariótica e eucariótica, conteúdo estudado em aulas anteriores.

A figura 9 representa o *complexo golgiense*. A estrutura morfológica dessa organela está representada, com EVA, formando por uma pilha de sáculos achatados. As vesículas que entram e saem da organela, também foram representadas. Por meio da apresentação desse orgânulo, foi possível discutir sobre relação existente entre ele e o retículo endoplasmático, sobre a origem dos lisossomos, responsáveis pela digestão intracelular, bem como o fenômeno da autofagia.

Figura 9: Complexo golgiense



A assunto secreção de substâncias, apresentado pela equipe, permitiu levantar discussões sobre esses compostos, sua natureza, destinos e funções, como os anticorpos, enzimas e hormônios. A compreensão de conteúdos conectados é importante, pois auxiliam “o aluno a saber que a célula é um fenômeno biológico crucial para a formação e para a sobrevivência de todo ser vivo” (SANTOS; SANTOS, 2020, p. 151).

Os resultados obtidos a partir do pré-teste e pós-teste são apresentados na Tabela 1. De um total de 36 alunos avaliados, obteve-se os seguintes resultados:

Tabela 1: Comparação entre os resultados do pré-teste e pós teste

Questão	Conteúdo	Quantidade de acertos		Crescimento do nº de acertos (%)
		Pré-teste	Pós-teste	
1	Estrutura dos centríolos	11	15	36,7
2	Função do citoesqueleto	16	26	62,5
3	Função dos cloroplastos	11	18	63,7
4	Função das mitocôndrias	14	25	78,6
5	Estrutura das mitocôndrias	16	20	25,0
6	Função dos ribossomos	15	27	80,0
7	Função do retículo endoplasmático granuloso	10	16	60,0
8	Parceria entre retículo endoplasmático e complexo golgiense	13	24	84,6
9	Relação entre a quantidade de mitocôndrias e o nível atividade metabólica celular	15	26	73,3
10	Estrutura do núcleo celular	10	16	60,0
TOTAL		131	213	62,6

Observando a diferença entre o número total de acertos dos testes, percebe-se que houve um crescimento de 62,6%, revelando uma maior compreensão da turma sobre o conteúdo envolvido. Esse resultado corrobora com a percepção obtida a partir dos debates e discussões após as apresentações dos modelos, ao longo dos quais, os alunos foram demonstrando melhor apropriação de conceitos.

Pode-se considerar que a metodologia estimulou os estudantes a pesquisarem profundamente sobre as estruturas a serem representadas, resultando em aprendizado. Além disso, a ludicidade proporcionada pela construção e utilização dos modelos também constitui um aspecto que

merece ser destacado como agente facilitador, pois esses recursos estimulam a participação e um melhor entendimento do conteúdo, por torná-lo mais atraente, agradável, divertido e dinâmico, diferente do que geralmente é presenciado no ensino que tem como principal recurso o livro didático (MIOTTO et al, 2016).

Outro fator importante foram os debates, nos quais, o professor teve um papel fundamental, atuando como orientador, mas que se afasta do modelo tradicional, no qual, este, atua como a fonte do conhecimento, de modo que foram estimuladas reflexões sobre modelos produzidos, numa perspectiva construtivista, e também sobre as interações funcionais e morfológicas das estruturas citoplasmáticas entre si, bem como algumas manifestações do corpo, resultantes dessas interações.

Os resultados obtidos nesta pesquisa coincidem com outros estudos já realizados sobre o uso de modelos tridimensionais no ensino de citologia, no que diz respeito à melhoria que esses recursos proporcionam ao aprendizado (GOMES; DIAS; MARQUES, 2017; SILVA et al, 2014; MIOTTO et al, 2016; OLIVEIRA et al, 2015). No entanto, diferentemente destes, este trabalho enfatizou o uso dos modelos produzidos pelos alunos para a realização de análises, discussões e contextualizações, possibilitando uma maior integração de conhecimentos.

Considerações finais

A produção e apresentação de modelos configurou-se como estratégia eficiente na promoção da aprendizagem dos temas propostos, centrada no estudante, produzida a partir de reflexões, nas quais o professor assume papel de orientador, mas deixa de ser o centro do processo.

Ressalta-se ainda a necessidade imperativa de planejamento prévio docente, com um estudo teórico aprofundado sobre as temáticas envolvidas, para que a condução do processo educativo ocorra de modo a garantir a construção do conhecimento.

As análises dos modelos, as discussões e as conexões com outros temas fortaleceram a compreensão de assuntos já estudados, e abriram caminho para o entendimento de outros a serem trabalhados ao longo do ensino médio. Acreditamos que essa abordagem integradora possa contribuir para uma aprendizagem significativa.

Agradecimentos e apoios

Ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO), pelo incentivo à realização de aplicações em sala de aula, dos temas abordados na grade curricular do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro ao PROFBIO.

Referências

GOMES, M. S.; DIAS, M. A. S.; MARQUES, J. B. Construção de Modelos Didáticos no Ensino de Citologia: Uma Realidade em Escola Pública de Zona Rural. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIA, 2., 2017, Campina Grande. **Anais...** . Campina Grande: Conapesc, 2017. Disponível em: <http://editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO_EV070_MD1_SA8_I_D1481_13052017143552.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2018.

HAYDT, R. C. **Avaliação do processo ensino-aprendizagem**. 6. ed. São Paulo: Ática, 2008.

MIOTTO, D. B. O. et al. Biologia celular: das figuras de livros para as mãos. In: Congresso Brasileiro de Extensão Universitária, 7., 2016, Ouro Preto. **Anais...** .Ouro Preto: Cebeu, 2016. Disponível em: <www.eventsystem.com.br/admin/arquivos/7cbeu/submissoes/anais/25954d5800cf0ae1c3da597976e722ee.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2017.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa**: a teoria de David Ausubel. 2.ed. São Paulo: Centauro, 2009.

OLIVEIRA, D. B. et al. Modelos e atividades dinâmicas como facilitadores do ensino de biologia. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 11, n. 20, p.514-524, jan. 2015. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015a/modelos.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2017.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2.ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: <<https://proceedings.ciaiq.org/index.php/ciaiq2015/article/view/252>>. Acesso em: 16 jan. 2019.

REECE, J. B. et al. **Biologia de Campbell**. 10.ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

SANTOS, J. S.; SANTOS, C. S. Os conteúdos de biologia celular: as opiniões dos alunos sobre o ensino e avaliação. **Revista Areté: Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, [S.l.], v. 12, n. 26, p. 142-155, jan. 2020. Disponível em: <<http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/1669>>. Acesso em: 31 mar. 2020.