

APLICAÇÃO DE IMPRESSÕES 3D PARA O ENSINO DE CITOLOGIA

APLICACIÓN DE IMPRESIONES 3D PARA LA ENSEÑANZA DE CITOLOGÍA

Pedro Henrique Ribeiro de Souza

Colégio Pedro II - CPII
pedro.souza.1@cp2.edu.br

Breno de Miranda Marques

Colégio Pedro II - CPII
breno.marques.1@cp2.edu.br

Denise Maria Mano Pessoa

Colégio Pedro II - CPII
denise.pessoa.1@cp2.edu.br

Andressa Contreras

Colégio Pedro II - CPII
andressa.contreras.1@cp2.edu.br

Agatha Ribeiro de Araujo Costa

Colégio Pedro II - CPII
agatharac12@gmail.com

Enzo Quintanilha Mendes

Colégio Pedro II - CPII
enzorjmendes@gmail.com

Sofia Cruz Guaranho

Colégio Pedro II - CPII
sofiaguaranho11@gmail.com

Vitor de Araujo Silva Souza

Colégio Pedro II - CPII
vitor.souza.2@cp2.edu.br

Fernanda Martins de Almeida Maia

Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ
fealmeida.maia@gmail.com

RESUMO

O ensino de Biologia, em especial o de Citologia, apresenta muitos desafios, diante do aspecto microscópico e abstrato. Assim, os modelos didáticos tornam-se estratégias importantes para o ensino deste conteúdo. Este trabalho tem como objetivo desenvolver

modelos didáticos tridimensionais a partir da impressora 3D a respeito da fisiologia da bomba de sódio-potássio e dos canais iônicos. Em seguida, foi elaborado um roteiro de aula no qual será feita a utilização destes modelos, de maneira que os estudantes possam compreender os conceitos envolvidos e ter protagonismo na manipulação do material. Com isto, espera-se verificar a eficiência da utilização destes modelos didáticos em sala de aula.

Palavras-chave: modelos didáticos; impressão 3D; ensino de biologia.

Eixo temático: 2. Estratégias, materiais e recursos didáticos para o Ensino de Ciências e Biologia.

Modalidade: exposição de jogos e materiais didáticos.

RESUMEN

La enseñanza de la Biología, especialmente la Citología, presenta muchos desafíos, dado el aspecto microscópico y abstracto. Así, los modelos didáticos se convierten en estrategias importantes para la enseñanza de estos contenidos. Este trabajo tiene como objetivo desarrollar modelos didáticos tridimensionales mediante una impresora 3D sobre la fisiología de la bomba de sodio-potasio y los canales iónicos. Luego, se elaboró un guión de clase en el que se utilizarán estos modelos, para que los estudiantes comprendan los conceptos involucrados y tengan un papel protagónico en la manipulación del material. Con esto se espera verificar la eficiencia del uso de estos modelos de enseñanza en el aula.

Palabras clave: modelos didáticos; Impresión 3D; enseñanza de la biología.

Eje temático: 2. Estrategias, materiales y recursos didáticos para la Enseñanza de las Ciencias y la Biología.

Modalidad: exposición de juegos y materiales didáticos.

INTRODUÇÃO

O ensino de Biologia sofreu inúmeras transformações ao longo dos últimos anos, face às mudanças institucionais produzidas pelos PCN do Ensino Médio (2000) e pela atual BNCC (2018), face ao Novo Ensino Médio. No entanto, é comum a dificuldade dos estudantes com terminologias e conceitos complexos e descontextualizados de sua realidade (KRASILCHIK, 2008). Não obstante, a presença de estruturas microscópicas, sejam celulares, teciduais ou moleculares, torna-se um empecilho a uma aprendizagem significativa de ramos da Biologia, como citologia, bioquímica e histologia

(PASSAGLIA, 2019). Com isso, uma importante alternativa para auxiliar no ensino de conteúdos microscópicos ou abstratos é a produção de modelos didáticos.

A construção de modelos tridimensionais utilizando impressoras 3D consiste em estratégia importante adotada na educação, podendo ser aplicada em diversas áreas do conhecimento (EVANGELISTA; OLIVEIRA, 2021). No que concerne ao ensino de Biologia, o uso da impressão de modelos em 3D configura-se um recurso educacional com abordagem crescente na literatura, com especial destaque para as áreas da Biologia Molecular, da Citologia, da Zoologia e da Botânica (SILVA *et al.*, 2022). Em especial, a área da Citologia é representada por diversos autores, com impressões de modelos didáticos em 3D de estruturas do citoesqueleto (LEDO; SILVA, 2021), organelas (MELO, 2016) e de células procarióticas e eucarióticas inteiras (PASSAGLIA, 2019).

No entanto, como aponta Aguiar (2016), existe uma dificuldade considerável na utilização de tais ferramentas por professores e alunos. Segundo este autor, não existem métodos que guiem a utilização destas tecnologias no ensino, demandando tempo para compreender a utilização destas novas ferramentas. Alguns modelos podem ser encontrados em sites como thingiverse.com (MELO, 2016), porém há uma quantidade limitada de estruturas biológicas encontradas ao realizar buscas pela internet.

O objetivo deste trabalho é associar a produção de modelos didáticos utilizando a impressora 3D, com foco em conteúdos de citologia para o Ensino Médio, com a elaboração de uma proposta didática de utilização deste material em sala de aula.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido no laboratório de Biologia de um colégio da rede federal no município do Rio de Janeiro, contando com a participação de professores e de alunos de iniciação científica. A impressora 3D utilizada pertence ao modelo Ender 3 S1© (Fig. 1), utilizando-se filamentos do tipo PLA, material próprio para impressão de modelos didáticos. Foram utilizadas cores diferentes para facilitar a identificação e a diferenciação das estruturas representadas.

Figura 1: Fotografia da Impressora 3D utilizada.



Fonte: Autores do artigo.

Como conteúdo didático, optou-se pelo transporte de membrana plasmática envolvendo os íons sódio e potássio. A bomba de sódio-potássio foi escolhida a partir de um modelo pré-existente¹, contendo as seguintes peças: uma placa de suporte, adaptada para representar a membrana plasmática; duas peças representando a estrutura da bomba com diferentes sítios para sódio e para potássio; os íons sódio em formato arredondado e os íons potássio em formato quadrado, além de peças que simbolizam a molécula de ATP, ADP e fosfato (P). A diferença de formato dos íons é importante para a identificação destes e possibilitar o encaixe na bomba em sítios distintos (Fig. 2).

¹ Disponível no link: <https://www.thingiverse.com/thing:1581582>, acesso em 06 maio 2024.

Figura 2: Modelo didático em 3D da bomba de sódio-potássio.



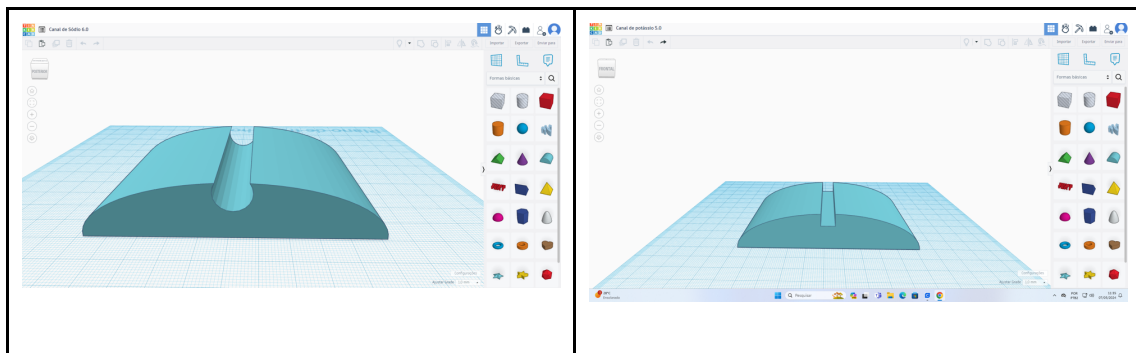
Fonte: Autores do artigo.

Após a impressão destas peças, foi realizada a construção gráfica dos modelos de canais de sódio e de potássio, para que estes pudessem utilizar as mesmas peças de base e de íons do modelo anterior. Os modelos foram desenvolvidos utilizando o site Tinkercad®, que permite a construção de estruturas tridimensionais, em seguida, desenvolveu-se um roteiro de uma atividade prática para estudantes de Ensino Médio, que integre os conhecimentos sobre transporte passivo e ativo destes íons, diferenciando os processos com base na estrutura de suas proteínas de membrana, no transporte em relação ao gradiente de concentração e na utilização ou não de energia na forma de ATP. Como estratégia para exemplificar a utilização do modelo, foi utilizado o software Stop Motion Studio ©, que permite criar curtos vídeos. Para o presente trabalho, os vídeos teriam uma finalidade didática.

RESULTADOS

Com a impressão dos modelos pré-existentes, foram produzidas as peças novas, isto é, os canais iônicos, utilizando exatamente medidas semelhantes às presentes na bomba de sódio-potássio. Como os canais devem ser estruturas ocas, que permitem a passagem dos íons, criou-se uma peça maciça inicial, servindo de base para os canais de ambos os íons, porém modelou-se cada peça com um duto central com formatos diferentes, de modo a permitir que apenas o íon de mesmo formato possa atravessar o canal. No caso, o duto construído foi arredondado para o sódio e quadrado para o potássio (Fig. 3).

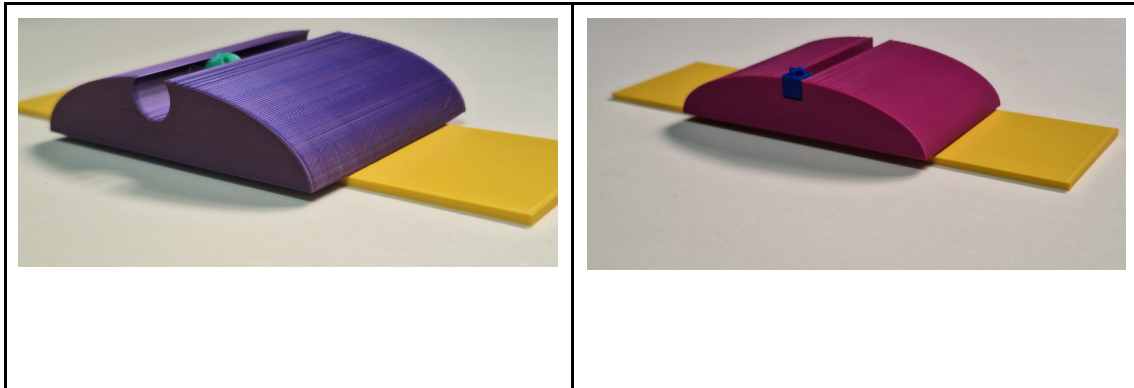
Figura 3: Construção dos canais iônicos em 3D utilizando o site Tinkercad©.



Fonte: Autores do artigo.

Com os modelos prontos no software, o próximo passo era a impressão. Após algumas tentativas, chegou-se nos modelos com os tamanhos e as proporções mais precisas, que poderiam se encaixar perfeitamente com a base da bomba de sódio-potássio e com os íons de sódio e de potássio, cada um em seu respectivo canal. Utilizou-se filamentos de cores distintas para os canais, para que o estudante perceba que são estruturas com funcionalidades diferentes (Fig. 5).

Figura 4: Modelos didáticos em 3D dos canais iônicos.



Fonte: Autores do artigo.

Com base na produção dos modelos acima, foi desenvolvido um roteiro didático que pudesse contemplar o funcionamento da bomba de sódio-potássio, no que concerne ao transporte ativo, com o dos canais iônicos, que são representações do transporte passivo. Este roteiro tem como objetivo sistematizar o conteúdo apreendido, de maneira que os estudantes possam compreender o conteúdo reproduzindo cada etapa fisiológica do funcionamento destas proteínas de membrana (Quadro 1). Para tal, o recurso utilizado proposto neste roteiro é o aplicativo de produção de curtos vídeos denominado Stop Motion Studio©, disponível em aparelhos de celular com sistema operacional iOS e Android. Neste, os estudantes são orientados a capturar momentos diferentes do gradiente de concentração dos íons sódio e potássio nos dois lados da membrana e a passagem destes pela bomba . Assim, os estudantes são capazes de compreender o que ocorre com estes íons no transporte ativo e como ficam as concentrações finais de cada íon nos meios intracelular e extracelular, comparando com o que ocorre durante o transporte passivo realizado pelos canais iônicos. A opção por este registro videográfico vem da importância de atribuir aos estudantes maior autonomia na manipulação dos materiais, valorizando o protagonismo dos discentes no processo de ensino-aprendizagem.

Quadro 1 : Roteiro elaborado para utilização dos modelos didáticos.

Objetivo: Demonstrar o funcionamento da Bomba de sódio e potássio e compreensão de transporte ativo/passivo.



Prática: Utilize o GIF de demonstração como referência e responda as questões. Com os itens abaixo e o aplicativo¹ disponibilizado no QR code, crie uma animação (*Stop Motion Studio*) apresentando o funcionamento da bomba de Na^+/K^+ .

Materiais:

- Base amarela (Membrana Plasmática)
- Peças vermelhas (Bomba)
- Peças verdes (íons de sódio)
- Peças azuis (íons de potássio)
- Peças amarelas (ATP, ADP e Fosfato)

¹ Aplicativo: Stop Motion Studio

- Mínimo: 50 fotos

	
iOS	Android

- Exporte o vídeo gerado e envie anexado por e-mail.

Questões:

1) Considerando o GIF, o processo apresentado seria um transporte ativo ou passivo? Explique.

2) De que forma o gradiente de concentração determina a necessidade do transporte anterior?

Além da bomba de sódio e potássio, existem, presentes na membrana plasmática, outras proteínas envolvidas em outros tipos de transporte, que permitem a passagem de outras substâncias. Existem, por exemplo: Canais de glicose, de aminoácidos, de outros íons e, inclusive, que permitem apenas a passagem de sódio ou potássio. Estes serão demonstrados nesta aula prática, também. De acordo com o GIF da bomba de sódio e potássio e com a demonstração desses canais, responda as perguntas abaixo:

3) Preencha a tabela diferenciando os tipos de transporte e os classifique em relação ao gasto energético e o gradiente de concentração:

<i>Exemplos de transporte</i>	<i>Tipo de transporte (ativo/passivo)</i>	<i>Gasto Energético (com/sem)</i>	<i>Gradiente de concentração (a favor/contra)</i>
<i>Bomba de Na⁺/K⁺</i>			
<i>Canal de Na⁺</i>			
<i>Canal de K⁺</i>			

4) Explique o porquê de tais transportes serem realizados através de uma proteína de membrana ao invés da bicamada fosfolipídica.

5) Existem substâncias capazes de atravessar diretamente a membrana plasmática. Pesquise sobre tais substâncias, cite o nome dado a esse tipo de transporte, classificando o tipo de transporte, o gasto energético, e o gradiente de concentração.

Fonte: Autores do artigo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, propomos uma atividade para estudantes de Ensino Médio que permite compreender um conteúdo considerado abstrato e microscópico, porém permite certos desdobramentos. A fisiologia dos neurônios depende do funcionamento destas proteínas, sendo importante nos processos de polarização e despolarização da membrana que permite a condução do impulso nervoso (SADAVA *et al.*, 2008). Um roteiro adicional será criado com o intuito de direcionar o funcionamento destas proteínas com o impulso nervoso, utilizando os mesmos materiais didáticos produzidos.

Em uma etapa posterior, estes modelos serão aplicados em sala de aula, com estudantes sem e com deficiência visual. Por ser um material com formatos diferentes e relevo, permite a identificação tátil por parte dos estudantes que interajam manualmente com as peças. Assim, estes modelos podem ser úteis para estudantes com baixa ou nenhuma visão, permitindo a inclusão destes com conteúdos que dependem do componente visual

para a sua compreensão. Inclusive, em trabalho anterior, Souza e colaboradores (2023) identificaram que a maioria dos estudantes entende que as atividades em Biologia carecem da utilização de materiais adaptados para deficientes visuais, de maneira que estes apresentam maior dificuldade com este tipo de conteúdo.

Para a validação destes materiais, será realizada um questionário com os estudantes, de maneira a compreender o impacto desta estratégia de ensino após sua aplicação, a exemplo do que fizeram autores como Rosa (2016) e Passaglia (2019). Desta forma, pode-se perceber se estas novas tecnologias de fato constituem um novo estímulo para a aprimoração dos materiais didáticos, tornando o ensino de Biologia mais interessante e contextualizado.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ, pelo financiamento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. C. D. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio Parte III - ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEMT, 2002. 58 p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/SEB, 2018. 578 p.

EVANGELISTA, F.R.; OLIVEIRA, L.M. Estudo das consequências da aplicação de impressoras 3D no ambiente escolar. **Physicae Organum**, v. 7, n. 1, p. 39-58, Brasília, 2021.

KRASILCHIK, M. **Práticas de Ensino de Biologia**. 6 ed. São Paulo: Edsup, 2008. 197 p.

LEDO, R.M.D.; SILVA, C.P.L. Limites e possibilidades da impressão 3D como ferramenta em abordagens STEAM no ensino de biologia: um estudo de caso. **Revista Eixo**, Brasília, v. 10, n. 1, jan./abr. 2021.

MELO, F.S.C. **Fabricação digital no ensino-aprendizagem de biologia celular**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Católica de Santos, Santos, 2016.

PASSAGLIA, P.R. **Construção de modelos didáticos para o estudo de estruturas da biologia celular e tecidual por alunos do ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Centro de Ciências Biológicas, UFSC, Florianópolis, 2019.

ROSA, J.M. **Reconstrução tridimensional aplicada ao ensino de ciências e biologia na educação básica**. Dissertação (Mestrado em Biociências) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, UERJ, Rio de Janeiro, 2016.

SADAVA, D.; HELLER, H.C.; ORIAN, G.H.; PURVES, W.K.; HILLIS, D.M. **Vida: A Ciência da Biologia**. 8 ed. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2008. 1252 p.

SILVA, A.S.; ALVES, G.H.V.S.; FERREIRA, A.T.S.; FRAGEL-MADEIRA, L. Avaliação de modelos 3D como recurso educacional para o ensino de Biologia: uma revisão da literatura. **Revista de Ensino de Ciência e Matemática**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 1-28, abr./jun. 2022.

SOUZA, P.H.R.; MARQUES, B.M.; PESSOA, D.M.M.; CONTRERAS, A.; COSTA, A.R.B.; MENDES, E.Q.; GUARANHO, S.F.; SOUZA, V.A.S. O Ensino de Biologia na visão dos estudantes de Ensino Médio: apontamentos para atividades práticas e modelos didáticos. In: JORNADA PEDAGÓGICA DE ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA DO COLÉGIO PEDRO II, 7., 2023, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Colégio Pedro II, 2023.