

FABRICAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS DE CÉLULAS EM 3D NO ENSINO DE BIOLOGIA

Robério Rodrigues Feitosa ¹
Jéssyka Melgaço Rodrigues ²
Raimunda Aline Djanira Freire Marques ³
Carlos Henrique Soares da Silva ⁴
Luiz Paulo Fernandes Lima ⁵

RESUMO

O ensino de Biologia enfrenta desafios específicos na transposição de conteúdos, em sala de aula, exigindo recursos, estratégias e ferramentas que favoreçam a compreensão eficaz dos temas abordados pelos professores. Em particular, a natureza técnica e o vocabulário específico da disciplina, especialmente em Citologia, tornam os processos de ensino e aprendizagem fatigantes, intensificando as dificuldades dos estudantes. Nesse contexto, a produção de modelos celulares tridimensionais surge como uma alternativa pedagógica promissora, facilitando a visualização e compreensão dos conteúdos. Este estudo tem como objetivo detalhar o processo de produção de materiais didáticos em Biologia por meio de impressão 3D e examinar suas potenciais aplicações no ensino de Citologia. Baseia-se nas experiências dos doutorandos em Ensino da Universidade Federal do Ceará (UFC), durante o semestre de 2023.1, na disciplina "Produção e Uso de Materiais Didáticos". Nessa disciplina, os participantes tiveram a oportunidade de operar impressoras 3D para criar materiais didáticos, explorando maneiras de aprimorar a *práxis* pedagógica. Os resultados destacaram o engajamento, a participação e o entusiasmo dos participantes na criação de modelos celulares, evidenciando o potencial de tais recursos para promover uma aprendizagem permanente e significativa. Acredita-se que, com a integração de modelos tridimensionais, as aulas de Biologia ganham um novo significado e que os alunos que se beneficiarem por essa abordagem conseguirão assimilar os conteúdos de maneira mais eficaz, integrando teoria e prática de forma dinâmica e coesa.

Palavras-chave: Metodologias ativas, Educação em Ciências, Form(ação) docente.

¹ Doutorando em Ensino pela Universidade Federal do Ceará - UFC, roberio.feit@gmail.com;

² Doutoranda em Ensino pela Universidade Federal do Ceará - UFC, jessykamelgaco@gmail.com;

³ Doutoranda em Ensino pela Universidade Federal do Ceará - UFC, alinerfreire@yahoo.com.br;

⁴ Doutorando em Ensino pela Universidade Federal do Ceará - UFC, carlos.henriquebio18@gmail.com;

⁵ Doutorando em Ensino pela Universidade Federal do Ceará - UFC, luiz.lima@ifce.edu.br.

INTRODUÇÃO

O ensino de Biologia frequentemente lida com conceitos abstratos, como as estruturas e funções celulares, que são desafiadoras para os alunos. Modelos tridimensionais de células têm se mostrado uma abordagem promissora para facilitar a visualização e compreensão desses conceitos, promovendo uma experiência de aprendizagem mais prática e interativa. Estudos como os de Lima *et al.* (2022) e Silva *et al.* (2015) destacam que a utilização de modelos didáticos permite a formação de uma alfabetização científica mais eficaz, ao tornar palpável aquilo que é muitas vezes descrito apenas em livros e figuras bidimensionais.

O ensino de Biologia apresenta desafios específicos relacionados à transposição didática de conteúdos científicos em sala de aula. A complexidade dos conceitos biológicos, aliada à densidade técnica e ao vocabulário especializado, frequentemente dificulta a compreensão dos temas abordados, tornando essencial a adoção de recursos, estratégias e ferramentas pedagógicas que potencializem o aprendizado (Krasilchik, 2016). A área de Citologia, por exemplo, aborda conteúdos que exigem o entendimento da estrutura e funcionamento celular, dificultando o acompanhamento do ritmo e do volume das informações transmitidas. Assim, devem ser pensadas/elaboradas metodologias que facilitem a aquisição de conhecimento (Feitosa *et al.*, 2017).

O uso de diversos procedimentos, métodos e estratégias de ensino pode estimular uma atitude reflexiva nos alunos, ao proporcionar oportunidades de participação e vivência em diferentes experiências. Esse processo é enriquecido quando se exige dos estudantes a tomada de decisões, o exercício de julgamento e a formulação de conclusões (Benetti; Carvalho, 2002; Dantas *et al.*, 2016).

Nesse sentido, a produção de modelos tridimensionais de células desponta como uma alternativa promissora para o ensino de Citologia. Esses modelos, ao representarem as estruturas celulares de forma visual e tátil, favorecem uma compreensão mais clara e intuitiva dos conteúdos, proporcionando uma experiência pedagógica que ultrapassa o ensino puramente teórico. Ao permitir que os alunos observem e interajam com as partes constituintes da célula, os modelos 3D podem auxiliar na retenção do conhecimento e promover uma assimilação mais aprofundada dos conceitos, aproximando os estudantes da realidade microscópica. Assim, a implementação de metodologias que integram modelos tridimensionais à prática pedagógica pode transformar o ensino de Citologia em uma experiência mais acessível, envolvente e eficaz para os alunos.

Destarte, surgiu a questão de pesquisa: *É possível que a fabricação em 3D de modelos celulares desperte o interesse de professores de Biologia em incluir novos recursos em sala de aula e, assim, possibilitar uma melhor assimilação dos assuntos para os estudantes?* Para respondê-la, este estudo tem como objetivo detalhar o processo de produção de materiais didáticos em Biologia por meio de impressão 3D e examinar suas potenciais aplicações no ensino de Citologia.

METODOLOGIA

A pesquisa é de natureza qualitativa, com enfoque descritivo e narrativo. A abordagem qualitativa envolve contato direto com o objeto de estudo (Neves, 1996). Já a pesquisa descritiva tem como principal objetivo descrever as características de uma população ou fenômeno específico (Gil, 2010). Além disso, este estudo pode ser classificado como um relato de experiência, pois integra elementos que permitem apresentar, de forma dinâmica, crítica e reflexiva (Mussi; Flores; Almeida, 2021).

Este estudo fundamenta-se nas experiências dos doutorandos em Ensino da Universidade Federal do Ceará (UFC), matriculados no semestre de 2023.1 na disciplina "Produção e Uso de Materiais Didáticos". A abordagem se caracteriza pelo emprego da observação participante, pois o foco recai sobre as vivências e percepções dos próprios participantes acerca do uso de novas tecnologias no contexto educacional. Nas vivências da disciplina, os doutorandos tiveram a oportunidade de operar impressoras 3D para a criação de materiais didáticos, explorando, na prática, o potencial dessas tecnologias para aprimorar a *práxis* pedagógica.

Assim sendo, foram produzidos dois modelos didáticos em impressão 3D: uma célula eucariótica vegetal e uma célula eucariótica animal. Optou-se por imprimi-las a partir de um filamento de cor branca para que as organelas fossem pintadas em variadas cores, facilitando a assimilação e tornando o material mais didático. Para a escolha dos modelos foi utilizado o *Thingiverse* (<https://www.thingiverse.com/>) a partir das buscas pelos termos, em inglês, *animal cell* e *plant cell*. Em seguida, foi feita a modelagem, ajustando as configurações para finalizar com a impressão. A modelagem 3D foi feita no *software UltiMaker Cura*, considerando o modelo de Impressora 3D: *Ender 3* e o tipo de Filamento: *PLA Premium branco dental 1kg – Lote 05EB – N – Marca VOOLT3D*. O primeiro modelo impresso foi o da célula eucariótica vegetal e os ajustes foram feitos por um doutorando, conforme as informações do quadro 1.

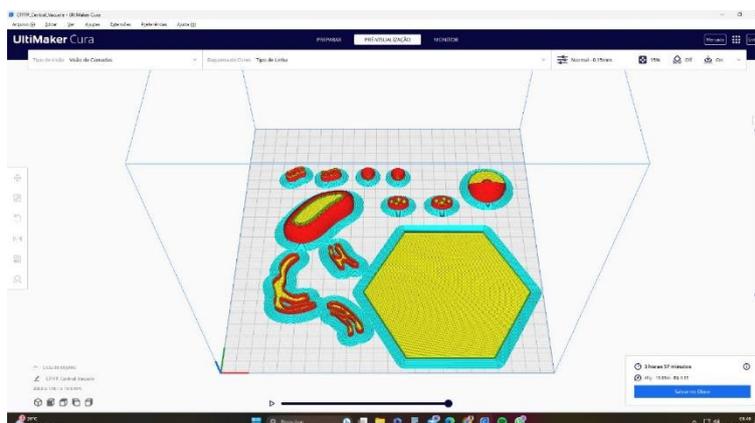
Quadro 1 – Dados da impressão 3D do modelo de célula eucariótica vegetal.

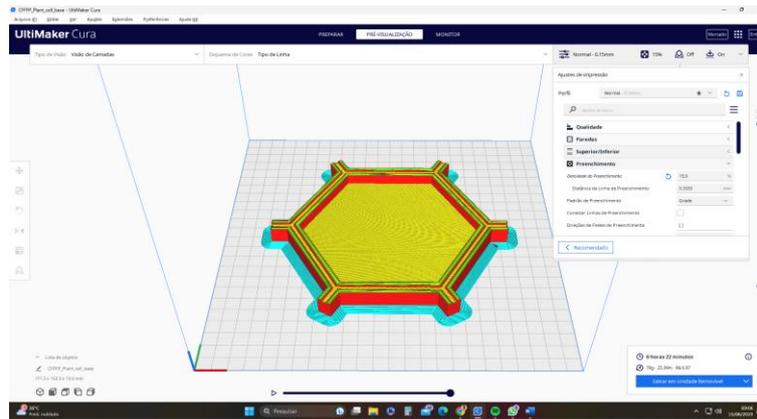
Escala do objeto – PARTE 1			
OBJETO	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
Mitocôndria	16,943	12,678	8,000
Cloroplasto	18,000	10,999	7,000
Peroxissoma	12,796	12,796	5,900
Núcleo	32,080	32,080	19,926
Vacúolo central	56,379	42,277	16,800
Complexo de Golgi	51,500	27,321	11,992
Ret. endoplasm.1	24,290	23,388	6,000
Ret. endoplasm.2	28,278	27,645	6,000
Ret. endoplasm.3	35,128	52,776	6,000
Base da célula	130,000	112,583	1,000
Escala do objeto – PARTE 2			
OBJETO	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
Paredes da célula	171,279	153,332	13,000

Fonte: Elaboração própria.

As configurações de impressões da célula eucariótica vegetal permitiram visualizar como o modelo seria estruturado e como a impressão, de fato, aconteceria, destacando os recortes feitos nas organelas e estruturas celulares e o tempo estimado (Figura 1). Para este modelo, os dados da impressão foram os seguintes: 3h57min – 41g – 13,83 mm (parte 1) e 6h22min – 70g – 23,39 mm (parte 2).

Figura 1 – Modelagem 3D para impressão da célula eucariótica vegetal (parte 1 e 2) feita no software *UltiMaker Cura*.





Fonte: Elaboração própria.

Logo em seguida, foi impresso o modelo de uma célula eucariótica animal, ajustando as configurações conforme as informações do quadro 2. Assim como no modelo anterior, a impressão desta última célula em 3D também foi feita em duas etapas, considerando a produção do citoplasma e das organelas celulares na primeira parte e a da membrana plasmática na parte 2.

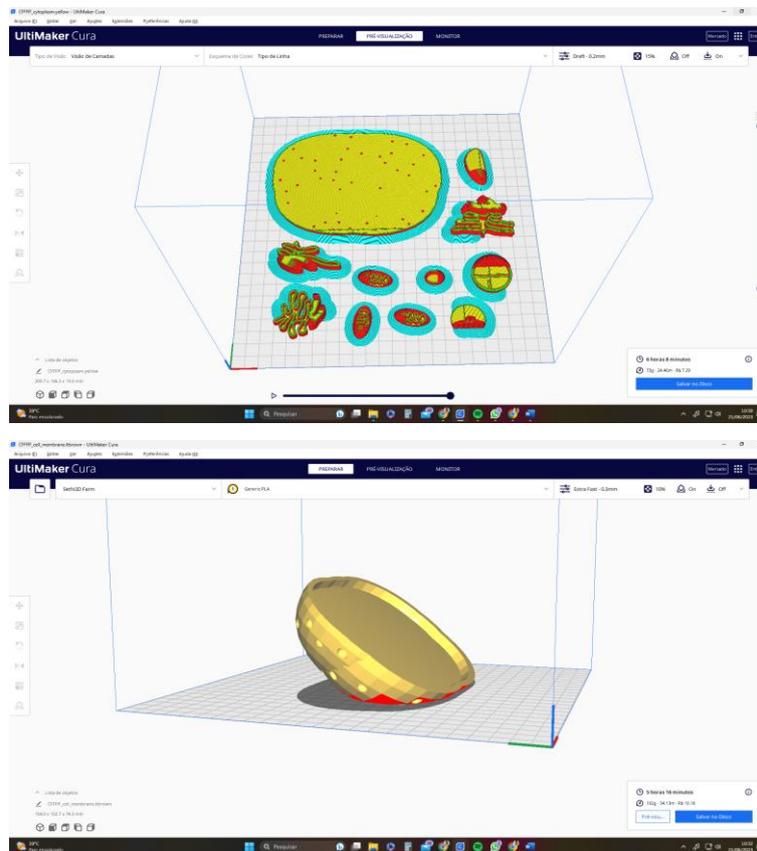
Quadro 2 – Dados da impressão 3D do modelo de célula eucariótica animal.

Escala do objeto – PARTE 1			
OBJETO	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
Mitocôndria	27,455	14,700	9,828
Citoplasma	144,200	105,933	6,748
Complexo de Golgi	51,500	27,321	11,992
Vacúolo	18,300	37,522	12,793
Núcleo	27,200	19,528	12,669
Membrana nuclear	32,100	32,101	18,964
Ret. endoplasm.1	39,900	39,684	11,457
Ret. endoplasm.2	53,100	37,743	12,945
Lisossomo	16,100	12,599	10,967
Escala do objeto – PARTE 2			
OBJETO	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
Membrana plasm.	154,000	102,659	74,263

Fonte: Elaboração própria.

As configurações de impressões da célula eucariótica animal também possibilitaram a visualização da estruturação do modelo e como a impressão, de fato, aconteceria, destacando as organelas e estruturas celulares, bem como o tempo estimado (Figura 2). Para este modelo, os dados da impressão foram os seguintes: 6h08min – 73g – 24,46 mm (parte 1) e 5h16min – 102g – 34,13 mm (parte 2).

Figura 2 – Modelagem 3D para impressão da célula eucariótica animal (parte 1 e 2) feita no *software UltiMaker Cura*.



Fonte: Elaboração própria.

As impressões dos dois modelos celulares revelaram muitas possibilidades para o uso desses materiais em sala de aula, na abordagem dos conteúdos de Citologia, Além disso, as vivências em cada etapa auxiliaram os professores a ousarem um pouco mais em suas aulas e a aprenderem coisas novas, preparando-os para incluir novas metodologias e estratégias nos processos de ensino e aprendizagem de Biologia.

Para este relato, especificamente na etapa de produção dos dados, utilizaram-se a observação participante, as anotações feitas em uma agenda e os registros dos momentos. A escolha pela observação do participante é fundamentada em sua capacidade de gerar dados adequados e relevantes sobre o contexto da pesquisa, além de permitir um envolvimento ativo dos pesquisadores com a comunidade, o que é considerado vantajoso (Matos; Vieira, 2001). O uso de múltiplas técnicas de coleta de dados também se mostra importante, pois contribui para a profundidade do estudo e para inserir o caso em seu contexto, aumentando, assim, as contribuições dos resultados obtidos (Gil, 2010).

Ao longo do semestre, os participantes registraram suas observações, descrevendo as etapas de planejamento, execução e avaliação dos materiais didáticos produzidos.

Esses registros foram analisados para identificar as principais contribuições e desafios associados ao uso de impressoras 3D na educação, bem como o impacto dessa prática na formação docente e na potencial melhoria do ensino de Ciências, de forma geral. Além disso, o processo de produção de materiais didáticos foi estudado considerando-se os aspectos técnicos e pedagógicos envolvidos, buscando compreender de que maneira a manipulação e criação de objetos tridimensionais pode contribuir para a inovação na sala de aula e para o desenvolvimento de abordagens didáticas mais eficazes e significativas.

REFERENCIAL TEÓRICO

No contexto do ensino de Biologia, os desafios inerentes à transposição didática dos conteúdos demandam a utilização de estratégias que ultrapassem o uso convencional de texto e imagem. A Biologia, enquanto ciência da vida, possui um vocabulário técnico extenso e, em algumas áreas, abstrato, como ocorre com a Citologia (Krasilchik, 2016). Esse campo específico requer que estudantes compreendam estruturas e processos celulares que, muitas vezes, são difíceis de visualizar e interpretar, gerando desmotivação e dificuldades de aprendizagem. Dessa forma, conforme aponta Duarte e Santos (2022), é necessária a implementação de recursos pedagógicos que favoreçam a compreensão de estruturas microscópicas e a relação entre as funções celulares.

Uma estratégia didática que tem se mostrado promissora é a utilização de modelos tridimensionais, especialmente na representação de organelas e outros componentes celulares. Esses modelos auxiliam os alunos a compreenderem a complexidade da célula e suas diversas partes, proporcionando uma visão mais concreta de elementos que, de outra maneira, seriam difíceis de visualizar (Duarte; Santos, 2022). A confecção e o uso de modelos celulares em sala de aula promovem, além da visualização direta dos conteúdos, o engajamento ativo dos estudantes, já que estimulam a curiosidade e facilitam a construção de conceitos complexos. Essa abordagem, além de alinhar-se com metodologias de ensino interativas, torna o aprendizado mais acessível ao aproximar os alunos de uma compreensão concreta dos fenômenos biológicos, resultando em um aprendizado mais duradouro e significativo (Feitosa *et al.*, 2017).

Dessa maneira, o uso de modelos tridimensionais pode se tornar um recurso valioso na superação das dificuldades de aprendizagem em Citologia, funcionando como uma ferramenta pedagógica que, ao promover a compreensão de conteúdos abstratos e a construção de uma visão sistêmica da célula, contribui para a formação de uma base sólida

no ensino de Biologia (Dantas *et al.*, 2016). Essa abordagem atende não apenas às necessidades cognitivas dos alunos, mas também incorpora uma metodologia prática que enriquece o processo de ensino e aprendizagem, aproximando o ensino da Biologia das vivências e percepções dos estudantes.

A fabricação e utilização de modelos didáticos na educação científica são fundamentadas em teorias da aprendizagem ativa, como a de Dewey (1938), que enfatizam a importância da experiência direta na construção do conhecimento. No contexto da Biologia, modelagens tridimensionais oferecem uma visão integrada das células, favorecendo uma compreensão mais aprofundada das relações estruturais e funcionais entre os componentes celulares (Duarte; Santos, 2022).

Com o advento da impressão 3D, as possibilidades de produção de materiais didáticos, incluindo modelos celulares, foram expandidas. A impressão 3D permite a criação de modelos com precisão e em escala real ou ampliada, possibilitando uma exploração detalhada das estruturas celulares que seria difícil de alcançar com outras metodologias. A fabricação de modelos didáticos de Biologia através de tecnologias de impressão tridimensional oferece a vantagem de personalização, onde o professor pode adaptar o modelo às necessidades de sua turma, destacando estruturas ou processos específicos (Bezerra *et al.*, 2023; Melotti; Oliveira, 2020).

O processo de produção desses materiais por meio da impressão 3D é relativamente acessível, possibilitando a produção de representações próprias e facilitando a experimentação com diferentes abordagens didáticas. Dessa forma, a impressão 3D representa uma inovação no ensino de Biologia, contribuindo para a superação de barreiras relacionadas à abstração dos conteúdos e à dificuldade de compreensão de aspectos microscópicos. Em suma, o uso de modelos tridimensionais, aliado às tecnologias de impressão 3D, configura-se como uma estratégia valiosa para o aprimoramento da educação biológica, promovendo uma aprendizagem mais ativa e engajadora (Bezerra *et al.*, 2023; Carvalho *et al.*, 2022; Melotti; Oliveira, 2020).

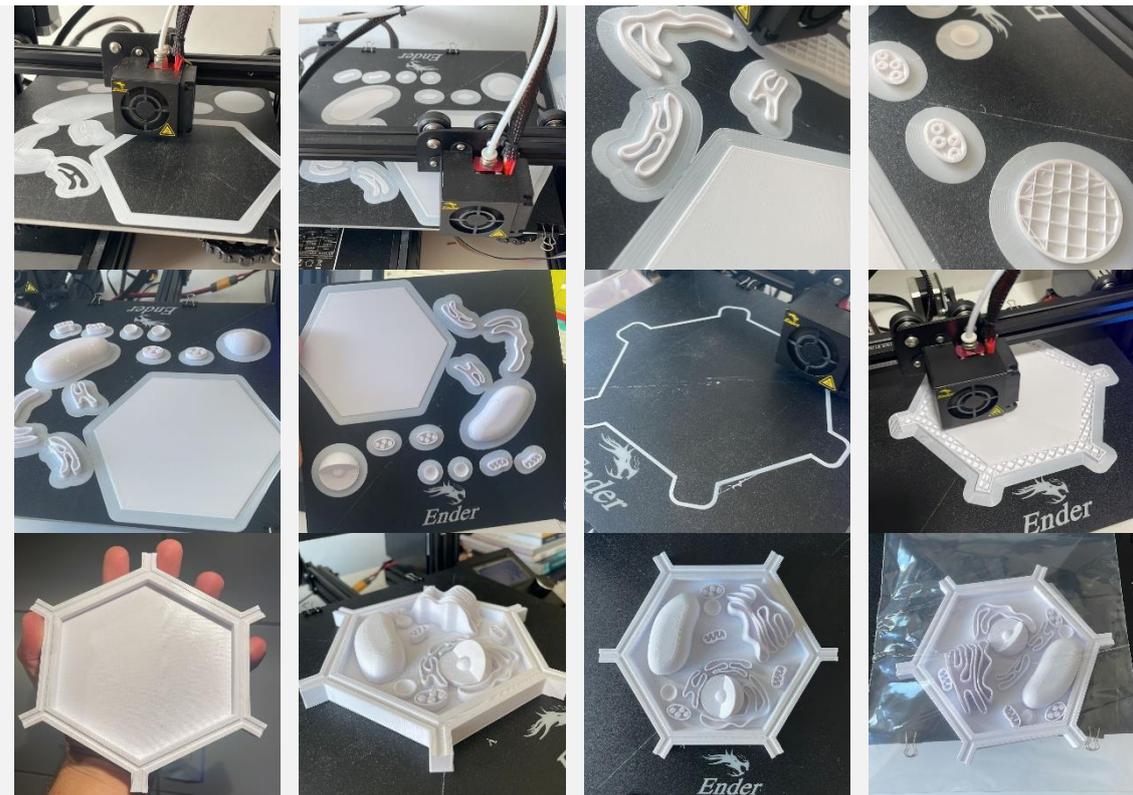
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como já mencionado, o presente estudo de caso teve como foco a experiência vivenciada por doutorandos, que foram incentivados a fabricar seus próprios materiais didáticos, promovendo um aprendizado ativo e colaborativo. Essa abordagem não apenas

permitiu que os participantes desenvolvessem habilidades práticas, mas também os envolveu profundamente no processo de ensino e aprendizagem.

Sendo assim, a partir das observações dos momentos formativos e da inferências sobre as anotações acerca do que foi desenvolvido em cada encontro, percebeu-se um alto nível de envolvimento dos doutorandos na fabricação dos materiais. Ao criar recursos didáticos, como modelos tridimensionais para o ensino de Citologia, os participantes tiveram a oportunidade de explorar de forma prática conceitos teóricos, facilitando uma compreensão mais profunda do conteúdo, tal como defende Carvalho *et al.* (2022), Duarte e Santos (2022) e Lima *et al.* (2022). Essa experiência foi caracterizada por uma troca significativa de ideias e colaboração, resultando em um ambiente de aprendizado dinâmico e inovador. As etapas de fabricação do modelo didático da célula vegetal estão apresentadas no mosaico de fotos abaixo (Figura 3).

Figura 3 – Impressão da célula eucariótica vegetal (parte 1 e 2).

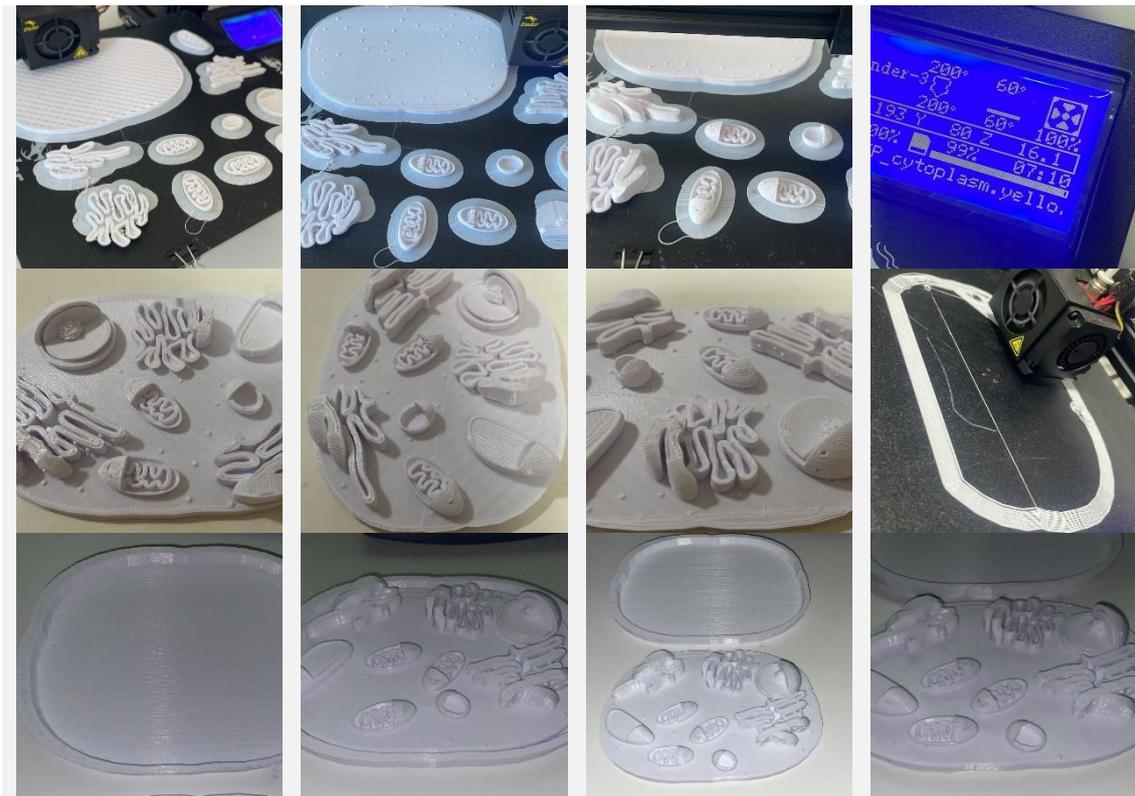


Fonte: Elaboração própria.

Os impactos positivos dessa experiência foram evidentes. Os doutorandos relataram um aumento no engajamento e motivação durante o processo de fabricação dos materiais. A construção de modelos tridimensionais não apenas despertou o interesse dos

participantes, mas também contribuiu para a *práxis* pedagógica, proporcionando uma nova perspectiva sobre o ensino de Citologia. A utilização de recursos visuais e táteis tornou o aprendizado mais acessível e interessante, permitindo que os alunos visualizassem estruturas celulares de maneira concreta, corroborando Bezerra *et al.* (2023) e Carvalho *et al.* (2022). O modelo de célula eucariótica animal produzido a partir da impressão 3D está apresentado no mosaico de fotos abaixo (Figura 4).

Figura 4 – Impressão da célula eucariótica animal (parte 1 e 2).



Fonte: Elaboração própria.

Entretanto, embora os resultados tenham sido promissores, foram identificadas oportunidades para melhorias no ensino de Citologia com o uso de modelos tridimensionais. Algumas sugestões incluem a implementação de avaliações contínuas para mensurar a eficácia dos materiais didáticos desenvolvidos e a integração de tecnologias digitais que complementem a experiência prática. Além disso, promover a reflexão crítica sobre as práticas pedagógicas utilizadas pode fortalecer ainda mais a formação dos doutorandos, contribuindo para um ensino mais eficaz e inovador.

Em suma, a experiência na disciplina "Produção e Uso de Materiais Didáticos" não apenas enriqueceu a formação dos doutorandos, mas também evidenciou a importância de se utilizar recursos didáticos personalizados no ensino de Ciências, contribuindo para uma melhor assimilação dos conteúdos abordados e para a facilitação dos processos de ensino e aprendizagem (Melotti; Oliveira, 2020). A combinação de teoria e prática demonstrou ser uma abordagem eficaz para aumentar o engajamento dos alunos, impactando positivamente suas trajetórias acadêmicas e profissionais.

Destaca-se que não foi feita uma validação dos métodos para o ensino de Biologia. Contudo, mediante as ações pedagógicas já desenvolvidas pelos professores e conhecendo as dificuldades existentes para ensinar Citologia, acredita-se que os modelos 3D são ferramentas muito importantes que devem ser incluídas nas aulas de Biologia a fim de facilitar a assimilação dos conteúdos e os processos de ensino e aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se que a fabricação e utilização de modelos tridimensionais de células representam uma ferramenta valiosa para o ensino de Biologia, especialmente em contextos em que os recursos digitais são limitados. A pesquisa evidenciou que esses modelos, além de facilitarem a visualização das estruturas celulares, promovem uma aprendizagem mais engajada e colaborativa. Recomenda-se que futuros estudos explorem outras formas de modelagem didática e a integração de tecnologias digitais, como a impressão 3D, para expandir as possibilidades educacionais nesse campo.

REFERÊNCIAS

BENETTI, B.; CARVALHO, L. M. de. A. A temática ambiental e os procedimentos didáticos: perspectivas de professores de ciências. *In: Encontro "Perspectivas do Ensino de Biologia"*, 8., 2002, São Paulo. **Atas [...]** São Paulo: FEUSP, 2002.

BEZERRA, D. M. M. da S. Q.; TORQUATO FILHO, E. A.; SILVA NETO, J. A. da.; SILVA, L. L. N. de V.; SILVA, M. A. Impressão 3D: possibilidades para o desenvolvimento de material didático no ensino de Biologia. **Anais IX CONEDU [...]** Campina Grande: Realize Editora, 2023. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/99914>. Acesso em 15 out. 2024.

CARVALHO, M. M. M.; MATA, I. R. S. da. SOUZA, J. G. O.; MOURA, H. F. N.; OLIVEIRA, S. F.; BARONEZA, J. E. Impressão de modelos tridimensionais para o

ensino de Ciências na Educação Básica: um relato de experiência. **Revista Práxis**, v. 13, n. 1 sup, 2022.

DANTAS, A. P. J.; DANTAS, T. A. V.; FARIAS, M. I. R.; SILVA, R. P.; COSTA, N. P. Importância do uso de modelos didáticos no ensino de citologia. **Anais III CONEDU** [...] Campina Grande: Realize Editora, 2016. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/21223>. Acesso em: 12 out. 2024.

DEWEY, J. **Experiência e Educação**. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1938.

DUARTE, A. C. O.; SANTOS, L. C. Uso de modelos tridimensionais no Ensino Superior nas disciplinas de Embriologia, Citologia, Genética e Biologia Molecular. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, p. e590111235215-e590111235215, 2022.

FEITOSA, R. R. *et al.* A construção de maquetes como ferramenta de aprendizagem no ensino de Citologia. **Anais VII EREBIO** [...] Crato: URCA, 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. 4. ed. rev. e ampl., 6. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo (EDUSP), 2019. 200 p.

LIMA, K. R. L.; PALAVISSINI, C. F. C.; MEZA, S. K. L.; STRIEDER, D. M.; LIMA, D. F. de. Construindo saberes: utilizando modelos didáticos em citologia na pandemia. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 11, p. e447111133756-e447111133756, 2022.

MELOTTI, R.; OLIVEIRA, J. Impressão 3D como ferramenta no ensino de Ciências e Biologia. **Anais da Semana de Biologia da UFES de Vitória**, v. 1, p. 22-22, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/sebivix/article/view/30501>. Acesso em: 10 out. 2024.

MUSSI, R. F. de F.; FLORES, F. F.; ALMEIDA, C. B. Pressupostos para a elaboração de relato de experiência como conhecimento científico. **Práx. Educ.**, v. 17, n. 48, p. 60-77, 2021.

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996.

SILVA, E. E.; FERBONIO, J. T. G.; MACHADO, N. G.; SENRA, R. E. F. O uso de modelos didáticos como instrumento pedagógico de aprendizagem em citologia. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, v. 9, n. 9, 2015.