

DO MICROSCÓPIO À IMPRESSÃO 3D: ESTRATÉGIAS PARA O ENSINO DA CÉLULA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO BÁSICA

FROM THE MICROSCOPE TO 3D PRINTING: STRATEGIES FOR TEACHING THE CELL IN THE CONTEXT OF BASIC EDUCATION

Brayan Vieira de Sousa¹ 
Instituto Federal Goiano

Giovanna Lourenço Pinheiro² 
Instituto Federal Goiano

Thalyta Fonseca Rodrigue³ 
Instituto Federal Goiano

Onofre Vargas Júnior⁴ 
Instituto Federal Goiano

Camila Regina do Vale⁵ 
Instituto Federal Goiano

Resumo: A formação de estudantes para atuarem com soluções criativas nas áreas científicas e tecnológicas tem se consolidado como um dos principais objetivos da educação contemporânea. Nesse contexto, a Cultura Maker e a tecnologia de Impressão 3D vêm sendo incorporadas ao ambiente escolar de maneira prática e inovadora. A Impressão 3D tem se mostrado uma ferramenta eficaz para facilitar a visualização e a aprendizagem de estruturas celulares, especialmente em função do alto custo e da inacessibilidade de métodos tradicionais, como o uso do microscópio eletrônico. Além de tornar o conteúdo mais acessível, essa abordagem estimula a participação ativa dos alunos, promovendo uma aprendizagem significativa por meio de metodologias ativas que envolvem aspectos visuais e táteis. O presente estudo teve como objetivo desenvolver modelos tridimensionais de componentes citoplasmáticos para utilização em aulas de Biologia Celular no Ensino Médio. As peças foram prototipadas no software gratuito TinkerCAD e impressas em uma impressora 3D Flashforge, utilizando o método *Fused Deposition Modeling* (FDM). Foram confeccionados modelos de microtúbulos, retículo endoplasmático e ribossomos, finalizados com pintura em tinta de Acetato de Polivinila (PVA), da marca Acrilex. Durante o processo, foram definidos parâmetros como tipo de filamento, porcentagem de preenchimento, espessura das camadas, temperatura de extrusão e velocidade de impressão. Os modelos resultantes foram utilizados como recursos didáticos em aulas de Biologia Celular, contribuindo para a compreensão da morfologia e da fisiologia de células eucariotas. Os estudantes demonstraram grande interesse pela atividade, destacando o impacto positivo dos modelos no processo de assimilação do conteúdo. Com base nesses resultados, recomenda-se a ampliação do uso da Impressão 3D em diferentes disciplinas, visando enriquecer a prática pedagógica tornar o processo de aprendizagem mais concreto e inovador.

Palavras-chave: Metodologias Ativas; Cultura Maker; Citoesqueleto; Retículo Endoplasmático; Ribossomos.

Abstract: The training of students capable of developing innovative solutions in the fields of science and technology has become one of the main focuses of contemporary education. In this context, Maker Culture and

¹ Aluno do curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio do IF Goiano Campus Iporá, Goiás, Brasil. E-mail: brayan.sousa@estudante.ifgoiano.edu.br

² Aluna do curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio do IF Goiano Campus Iporá Goiás, Brasil. E-mail: giovanna.lourenco@estudante.ifgoiano.edu.br

³ Aluna do curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio do IF Goiano Campus Iporá Goiás, Brasil. E-mail: thalyta.fonseca@estudante.ifgoiano.edu.br

⁴ Docente do IF Goiano Campus Iporá Goiás, Brasil. E-mail: onofre.vargas@ifgoiano.edu.br.

⁵ Orientadora e Docente do IF Goiano Campus Iporá Goiás, Brasil. E-mail: camila.vale@ifgoiano.edu.br.

3D printing technology have been incorporated into the school environment in practical and innovative ways. 3D printing has proven to be an effective tool to facilitate the visualization and learning of cellular structures, especially due to the high cost and inaccessibility of traditional methods such as electron microscopy. In addition to making the content more accessible, this approach stimulates active student participation, promoting meaningful learning through active methodologies that involve visual and tactile aspects. The present study aimed to develop three-dimensional models of cytoplasmic components for use in high school Cell Biology classes. The pieces were prototyped using the free software TinkerCAD and printed on a Flashforge 3D printer using the Fused Deposition Modeling (FDM) method. Models of microtubules, endoplasmic reticulum, and ribosomes were created and finished with polyvinyl acetate (PVA) paint from the brand Acrilex. During the process, parameters such as filament type, infill percentage, layer thickness, extrusion temperature, and printing speed were defined. The resulting models were used as teaching resources in Cell Biology classes, contributing to the understanding of eukaryotic cell morphology and physiology. Students showed great interest in the activity, highlighting the positive impact of the models on content assimilation. Based on these results, it is recommended to expand the use of 3D Printing in different disciplines, aiming to enrich pedagogical practice and make the learning process more concrete and innovative.

Keywords: Active Methodologies; Maker Culture; Cytoskeleton; Endoplasmic Reticulum; Ribosomes.

INTRODUÇÃO

A cultura maker chegou ao Brasil em 2011 por meio da Universidade de São Paulo (USP) e vem se expandindo entre as instituições de ensino desde então. A implantação dos laboratórios de fabricação digital nos chamados espaços maker demanda ações como a utilização da impressão 3D, que amplia as possibilidades de pesquisa no contexto do ensino-aprendizagem (Monfredini; Frosch, 2019).

O termo *maker* refere-se a pessoas que constroem e consertam objetos, buscando compreender seu funcionamento, especialmente os produtos industrializados. A organização desses indivíduos em comunidades deu origem ao chamado Movimento Maker, que desenvolveu um conjunto próprio de valores e tem despertado o interesse de educadores pelo seu potencial de engajar os estudantes em atividades de aprendizagem significativamente diferentes da educação tradicional (Raabe; Gomes, 2018).

Nesse cenário, a utilização de impressoras 3D na educação básica tem se mostrado relevante para a formação dos estudantes, promovendo protagonismo educacional e uma aprendizagem mais efetiva. Essa tecnologia se adapta às diferentes necessidades de aprendizagem e favorece uma abordagem interdisciplinar, podendo ser aplicada em diversas disciplinas como matemática, física, química e biologia (Nascimento *et al.*, 2022).

No caso específico da Biologia, as atividades práticas em laboratório são fundamentais para que os alunos tenham contato direto com fenômenos celulares, manipulem materiais e equipamentos, realizem observações e análises, e apliquem métodos científicos. Tais experiências despertam o interesse e a curiosidade dos estudantes, criando um ambiente mais dinâmico que favorece as interações e a consolidação do aprendizado de conceitos científicos (Wuo, 2021).

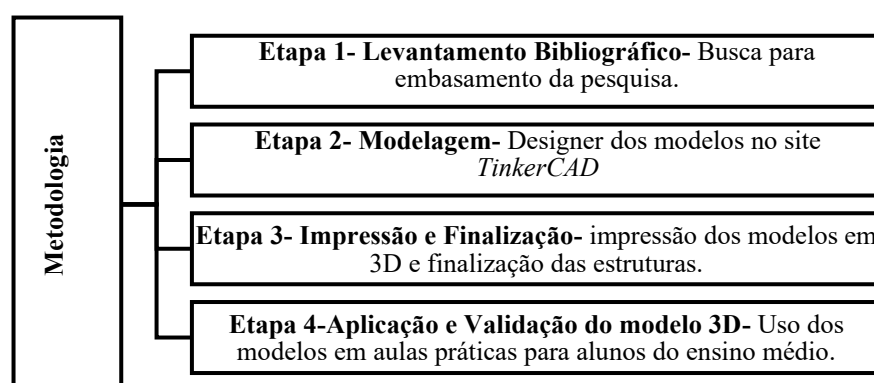
Um dos conteúdos desafiadores no Ensino Médio é a compreensão da estrutura e das funções das organelas citoplasmáticas, devido ao seu tamanho diminuto e à limitação da visualização, restrita ao microscópio eletrônico. Os microtúbulos são estruturas proteicas longas e ocas, integrantes do citoesqueleto, responsáveis pelo transporte e posicionamento de organelas membranosas no interior da célula, bem como pela organização do transporte intracelular de diversas macromoléculas citosólicas. O retículo endoplasmático é um sistema contínuo de sacos e tubos membranosos interconectados que, em geral, se estende por grande parte da célula, sendo o principal local de síntese de novas membranas. Os ribossomos são organelas presentes em células eucarióticas e procarióticas, compostas por duas subunidades, responsáveis pela síntese de proteínas (Alberts *et al.*, 2017).

A complexidade dessas estruturas, aliada à escassez de aulas práticas e à dificuldade de visualização, torna o ensino desse conteúdo ainda mais limitado. Diante disso, o objetivo deste estudo foi realizar a modelagem e a impressão 3D dos componentes citoplasmáticos microtúbulos, retículo endoplasmático e ribossomos, com o intuito de serem utilizados em aulas de Biologia Celular no Ensino Médio. Nesse contexto, a cultura maker e a impressão 3D têm sido utilizadas em escolas de ensino médio como ferramentas para facilitar a compreensão desse conteúdo e estimular a criatividade científica nas aulas, tornando o processo de aprendizagem mais concreto e inovador.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esse trabalho foi desenvolvido no Laboratório Maker Guará do IF Goiano Campus Iporá e foi dividido em quatro etapas (Figura 1), baseadas em estudos de Palaio, Almeida e Presteza (2018). Abaixo, segue um fluxograma da metodologia, no tocante à modelagem e impressão 3D:

Figura 1 – Fluxograma da Metodologia da Modelagem e Impressão 3D dos componentes citoplasmáticos microtúbulos, retículo endoplasmático e ribossomos.



Fonte: elaborado pelos autores a partir de Palaio, Almeida e Presteza (2018).

Na **Etapa 1**, foi realizado um **levantamento bibliográfico** em livros didáticos, no site Google Acadêmico e na plataforma *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), com o objetivo de embasar teoricamente a pesquisa e buscar modelos para impressão. A partir desse levantamento, foi possível identificar os principais modelos disponíveis, compreender a importância de sua utilização e analisar como esses modelos podem ser aplicados em metodologias voltadas para o uso em sala de aula.

A **Etapa 2 (modelagem)** consistiu na prototipagem e modelagem em uma plataforma 3D. Para essa finalidade, modelos disponíveis na internet foram modificados utilizando o *TinkerCAD*, um software gratuito e de código aberto voltado para modelagem e impressão 3D. Esse programa foi selecionado por apresentar todas as funcionalidades necessárias tanto para a modelagem quanto para a conversão dos arquivos em formatos compatíveis com a impressora 3D utilizada. Já na **Etapa 3 (Impressão e Finalização do modelo 3D)**, os modelos de microtúbulos, retículo endoplasmático e ribossomos que foram elaborados na plataforma *TinkerCAD* foram impressos em uma impressora 3D da marca Flashforge, utilizando filamento de *Acrilonitrila Butadieno Estireno* (ABS). O método de impressão utilizado foi o *Fused Deposition Modeling* (FDM). A impressão foi realizada com 30% de preenchimento, altura de camada de 0,12 mm, temperatura de extrusão de 235 °C e velocidade de impressão de 100 mm/s. Para a pintura do modelo tridimensional da célula, foi utilizada tinta de Acetato de Polivinila (PVA) da marca Acrilex. E, por fim, na **Etapa 4 (Aplicação e Validação do modelo 3D)**, os modelos em 3D foram usados em aulas práticas de Biologia Celular para demonstração da morfologia e fisiologia da célula eucariota para alunos do ensino médio.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste trabalho, foi realizada a modelagem e impressão dos componentes citoplasmáticos microtúbulos, retículo endoplasmático e ribossomos, com o objetivo de serem utilizados em aulas práticas de Biologia Celular no Ensino Médio. Os modelos foram desenhados no software *TinkerCAD* e impressos em uma impressora 3D utilizando filamento de ABS, que apresenta vantagens como menor custo e maior resistência (Santos, 2018), características fundamentais para a produção de recursos didáticos acessíveis a diferentes realidades escolares. A tabela 1 apresenta o delineamento e os resultados da impressão.

Tabela 1 – delineamento e os resultados da impressão da bactéria dos componentes citoplasmáticos microtúbulos, retículo endoplasmático e ribossomos.

Método Utilizado	Resultados da Impressão
Software para prototipagem	<i>TinkerCAD</i>
Impressora para impressão 3D	Flashforge
Tipo de Filamento Utilizado	<i>Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS)</i>
Método de impressão	<i>Fused Deposition Modeling (FDM)</i>
Porcentagem de Preenchimento	30%
Altura da Camada	0,12 mm
Temperatura de Extrusão	235 °C
Velocidade de Impressão	100 mm/s

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

A impressão foi realizada por meio do método *Fused Deposition Modeling* (FDM), que constrói as peças camada por camada, de baixo para cima, através da extrusão de filamentos termoplásticos aquecidos. Pires e Júnior (2021) destacam a importância de descrever detalhadamente os métodos utilizados na confecção de materiais para impressão 3D, pois isso permite maior compreensão das funcionalidades da ferramenta e encoraja outros profissionais a explorá-la, contribuindo para o avanço científico e educacional. Esses dados são fundamentais para que novas pesquisas sejam realizadas, com novos modelos e áreas, revelando assim a importância do presente estudo. A impressão foi feita através por meio do método *Fused Deposition Modeling* (FDM), que constrói as peças camada por camada, de baixo para cima, através da extrusão de filamentos termoplásticos aquecidos (Figura 2).

Figura 2 – Modelos das Estruturas Citoplasmáticas sendo impressos em 3D pelo FDM.



Fonte: elaborado pelos autores.

As Figuras 3 a 5 apresentam os modelos dos microtúbulos, retículo endoplasmático e ribossomos impressos em 3D.

Figura 3 – Modelos de Microtúbulos impressos em 3D.

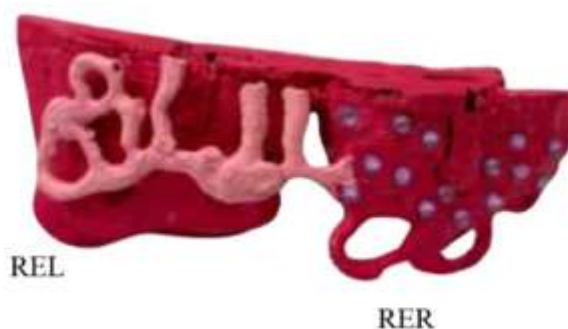


Fonte: elaborado pelos autores.

Foi possível a criação de modelos físicos do microtúbulo e suas estruturas tubulares. Os modelos impressos apresentaram uma geometria alongada, com diâmetro variável, representando as unidades dos microtúbulos compostas por heterodímeros de tubulina – alfa e beta tubulina. Além disso, a resistência e a durabilidade dos modelos foram testadas, revelando um bom desempenho mecânico, capaz de suportar esforços moderados.

A impressão 3D de modelos biológicos, como os microtúbulos, apresenta grande potencial para a visualização e o estudo no campo da Biologia Celular e Molecular. Essa tecnologia permite a criação de representações tangíveis e detalhadas de estruturas complexas, facilitando a compreensão de seu funcionamento. No caso específico dos microtúbulos, que são um dos principais componentes do citoesqueleto, a representação tridimensional contribui significativamente para o entendimento dos alunos em sala de aula. Fato observado durante as aulas práticas com o uso desses modelos em 3D, onde os alunos se interessaram e relataram reconhecer algumas estruturas já observadas em livros didáticos e vídeos. Esses resultados reforçam a importância da utilização de recursos tridimensionais no ensino, contribuindo para um aprendizado mais efetivo e significativo na área de Ciências Biológicas.

Figura 4 – Modelo do REL - Retículo Endoplasmático Liso/RER - Retículo Endoplasmático Rugoso impresso em 3D.



Fonte: elaborado pelos autores.

Com base nos resultados obtidos a partir da impressão do retículo endoplasmático, observa-se que o aumento da organela facilita sua compreensão e estudo. Além disso, para visualizar uma estrutura tão pequena como essa, seria necessário o uso de um microscópio eletrônico, o qual possui custo elevado. Nesse sentido, a impressão 3D apresenta-se como uma alternativa mais acessível, permitindo ampliar seu tamanho para uma escala visível a olho nu, o que favorece o processo de aprendizagem. Ademais, após a pintura do modelo, o estudo torna-se ainda mais didático, uma vez que as regiões lisa e rugosa estão representadas com cores distintas, facilitando sua diferenciação, bem como a visualização dos ribossomos aderidos.

Esses achados reforçam o potencial da impressão 3D como ferramenta pedagógica para o ensino de estruturas celulares complexas, contribuindo para uma aprendizagem mais concreta e visual. Considerando as limitações de acesso a equipamentos laboratoriais avançados, a impressão 3D pode democratizar o estudo da Biologia Celular, tornando-o mais acessível a diferentes contextos educacionais.

Figura 5 – Modelo dos Ribossomos impressos em 3D.



Fonte: elaborado pelos autores.

O uso de modelos tridimensionais, ou seja, em 3D, das organelas celulares atualmente é visto como uma ferramenta de ensino muito eficaz no ensino da biologia celular e de diversas outras áreas. A ampliação das estruturas para tamanhos maiores e visíveis a olho nu permitem a visualização de vários detalhes que, de modo natural, seriam imperceptíveis, os quais são visualizados apenas com o auxílio de microscópios com uma alta capacidade de ampliação, como o microscópio eletrônico (Ferreira *et al.*, 2020).

Além disso, os modelos 3D facilitam o entendimento dos formatos, volumes e interações espaciais das distintas organelas. Com isso, ocorre um avanço na compreensão da organização celular (Silva *et al.*, 2024). A manipulação física dos objetos é um fator que contribui de modo significativo para a fixação do conteúdo, principalmente entre os estudantes que possuem maior capacidade de aprendizagem por meio tátil ou visual.

Podemos acrescentar um benefício muito importante que é o aumento da participação dos alunos. Por sua vez, os modelos têm como uma de suas intenções tornar o aprendizado algo mais interativo e dinâmico. Ademais, ambientes educacionais inclusivos, ou seja, aqueles que atendem alunos com algum tipo de deficiência, podem utilizar os modelos impressos. Palaio, Almeida e Presteza (2018) destacam que os modelos 3D além de ampliar o acesso ao conhecimento, também contribui para a inclusão de alunos com deficiência visual, ao proporcionar representações táteis e mais concretas das estruturas biológicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A impressão 3D de modelos dos componentes citoplasmáticos microtúbulos, retículo endoplasmático e ribossomos, mostrou-se uma ferramenta valiosa para a visualização e o estudo de estruturas biológicas complexas. Essa abordagem didática contribui de maneira significativa para o processo de ensino-aprendizagem, ao permitir que os alunos explorem representações físicas de organelas que, em sua forma natural, exigem equipamentos sofisticados para serem observadas.

Com os avanços contínuos da tecnologia de impressão 3D, há um grande potencial para expandir suas aplicações nas ciências biológicas, viabilizando representações cada vez mais precisas e interativas. Tais recursos favorecem o desenvolvimento de metodologias pedagógicas mais acessíveis, inclusivas e eficazes, promovendo uma compreensão mais profunda dos conteúdos por parte dos estudantes em sala de aula.

Agradecimentos: ao CNPq e ao IF Goiano pelo fomento da bolsa concedida para o desenvolvimento deste projeto.

REFERÊNCIAS

ALBERTS, B. *et al.* **Fundamentos da biologia celular**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

FERREIRA, S. R. S.; ANDRADE, L. R.; DUTRA, D. D. **Modelo didático 3D para estudo de organelas**. PIBID/UFMS, 2020.

MONFREDINI, I.; FROSCHE, R. O espaço maker em universidades: possibilidades e limites. **EccoS – Revista Científica**, São Paulo, n. 49, p. 1–20, e13341, abr./jun. 2019.

NASCIMENTO, Y. N. *et al.* Considerações sobre o uso das tecnologias digitais na educação básica. In: FINELLI, L. A. C. (org.). **Experiências de educação em tempos de educação híbrida**. Guarujá-SP: Científica Digital, 2022.

PALAIOS, S. C. dos; ALMEIDA, M. V. L. de; PATREZE, C. M. Desenvolvimento de modelos impressos em 3D para o ensino de Ciências. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 8, n. 3, set./dez. 2018.

PAULA, B. B.; MARTINS, C. B.; OLIVEIRA, T. Análise da crescente influência da Cultura Maker na Educação: revisão sistemática da literatura no Brasil. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 7, e134921, 2021.

PIRES, M. I. F.; VINHOLI JÚNIOR, A. J. Impressão 3D e pesquisas em Ciências da Natureza: um olhar sobre a produção científica na área. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 5, n. 1, 2021.

RAABE, A.; GOMES, E. B. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 26, n. 10, p. 1–15, 2018.

SANTOS, R. A. G. **Ensino de Física a deficientes visuais mediado por impressão 3D**. 2018. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas, Universidade Estadual da Paraíba, Patos, 2018.

SILVA, C. H. S. *et al.* **Fabricação e utilização de modelos didáticos de células em 3D no ensino de Biologia**. Campina Grande: Realize Editora, 2024.

WUO, M. Atividade prática sobre Biologia Celular para o Ensino Técnico de Nível Médio. **Revista Humanidades e Inovação**, v. 8, n. 50, 2021.