

CULTURA MAKER E METODOLOGIAS ATIVAS: USO DE MODELO 3D DE BACTÉRIAS EM AULAS DE BIOLOGIA CELULAR

MAKER CULTURE AND ACTIVE METHODOLOGIES: USE OF 3D BACTERIA MODELS IN CELL BIOLOGY CLASSES

Recebido em: 12/08/2025

Reenviado em: 09/10/2025

Aceito em: 12/10/2025

Publicado em: 23/12/2025

Julia Sardinha Diniz¹ 
Instituto Federal Goiano

Karine Victória Monteiro Martins² 
Instituto Federal Goiano

Onofre Vargas Júnior³ 
Instituto Federal Goiano

Camila Regina do Vale⁴ 
Instituto Federal Goiano

Resumo: A crescente demanda por metodologias inovadoras no ensino de Ciências Biológicas tem impulsionado a adoção de estratégias que favoreçam a aprendizagem ativa e significativa. Nesse contexto, a impressão 3D destaca-se como uma ferramenta promissora para potencializar o ensino e estimular o pensamento crítico e criativo dos estudantes. Essa tecnologia facilita a visualização e a compreensão de estruturas celulares, especialmente considerando que outros métodos, como o uso de microscópios eletrônicos, apresentam custos elevados e acesso restrito. Além disso, contribui para o aumento do engajamento e do interesse dos alunos durante as aulas. Inserida no contexto da cultura maker e das metodologias ativas, essa abordagem visa promover objetivos pedagógicos que estimulam a aprendizagem de forma lúdica, incentivando a interação visual e tátil, o que desperta a curiosidade e a participação dos estudantes. Este estudo teve como objetivo realizar a modelagem e a impressão 3D da estrutura de uma bactéria de grande relevância biológica, *Bacillus thuringiensis* (Bt), para utilização em oficinas e aulas de Biologia Celular no Ensino Médio. A prototipagem do modelo foi realizada no software gratuito TinkerCAD e, posteriormente, a peça foi impressa em uma impressora 3D da marca Flashforge, utilizando o método *Fused Deposition Modeling* (FDM), que constrói as peças camada por camada. Como resultado, foi obtido o modelo tridimensional da bactéria *B. thuringiensis*, finalizado com pintura em tinta de acetato de polivinila (PVA), da marca Acrilex. Durante o processo, foram definidos o tipo ideal de filamento, o método de impressão mais adequado, a porcentagem de preenchimento, a altura da camada, a temperatura de extrusão e a velocidade de impressão. Esse modelo impresso foi utilizado como recurso didático em oficinas de Biologia Celular, auxiliando na demonstração da morfologia, fisiologia e importância das bactérias. Os alunos demonstraram interesse pela atividade e relataram que o uso do modelo contribuiu para a compreensão da estrutura bacteriana. Recomenda-se a ampliação do uso da impressão 3D em outras temáticas e disciplinas, uma vez que os dados obtidos podem enriquecer a prática docente e melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Ensino Médio; Modelo Didático; Célula Procarionte; *Bacillus thuringiensis*.

Abstract: The growing demand for innovative methodologies in the teaching of Biological Sciences has driven the adoption of strategies that promote active and meaningful learning. In this context, 3D printing stands out as a

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

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

³ Docente do IF Goiano Campus Iporá Goiás, Brasil. E-mail: onofre.vargas@ifgoiano.edu.br

⁴ Orientadora e Docente do IF Goiano Campus Iporá Goiás, Brasil. E-mail: camila.vale@ifgoiano.edu.br

promising tool to enhance education and stimulate students' critical and creative thinking. This technology facilitates the visualization and understanding of cellular structures, especially considering that other methods, such as the use of electron microscopes, involve high costs and limited accessibility. Additionally, it contributes to increased student engagement and interest during classes. Inserted within the framework of maker culture and active learning methodologies, this approach aims to promote pedagogical objectives through playful learning, encouraging visual and tactile interaction that sparks curiosity and student participation. This study aimed to design and 3D print the structure of a bacterium of great biological relevance, *Bacillus thuringiensis* (Bt), for use in workshops and Cell Biology classes at the high school level. The prototype model was developed using the free software TinkerCAD, and subsequently printed on a Flashforge 3D printer using the Fused Deposition Modeling (FDM) method, which builds objects layer by layer. As a result, a three-dimensional model of *Bacillus thuringiensis* was obtained, finalized with polyvinyl acetate paint from the brand Acrilex. During the process, the ideal type of filament, the most suitable printing method, infill percentage, layer height, extrusion temperature, and print speed were all defined. The printed model was used as an educational resource in Cell Biology workshops, aiding in the demonstration of bacterial morphology, physiology, and significance. Students showed interest in the activity and reported that the use of the model helped them better understand bacterial structure. It is recommended that the use of 3D printing be expanded to other topics and disciplines, as the results obtained may enrich teaching practices and improve the teaching-learning process.

Keywords: High School; Didactic Model; Prokaryotic Cell; *Bacillus Thuringiensis*.

INTRODUÇÃO

A aprendizagem ativa configura-se como um novo paradigma na promoção de uma educação de qualidade, colaborativa, envolvente e motivadora, contribuindo significativamente para o processo de ensino-aprendizagem, uma vez que a educação não pode mais ser entendida como uma prática simplista (Marques *et al.*, 2021). Essa abordagem envolve o uso de diversas ferramentas que promovem o engajamento cognitivo dos estudantes, permitindo a construção do conhecimento de forma que os próprios alunos assumam, em certa medida, maior autonomia sobre seu processo de aprendizagem (Misseynanni *et al.*, 2018).

De acordo com Saviczki (2019), é essencial desenvolver estratégias capazes de superar a postura passiva dos estudantes diante da construção do próprio conhecimento, promovendo sua participação como agentes ativos no contexto em que estão inseridos. Tal postura favorece a reflexão crítica sobre os saberes previamente adquiridos e possibilita a ressignificação do conhecimento, contribuindo para a superação da dicotomia entre teoria e prática. Nesse sentido, destaca-se a importância da adoção de metodologias ativas por parte dos docentes, uma vez que essas metodologias favorecem o protagonismo dos alunos no processo de aprendizagem.

Os conteúdos relacionados à Biologia Celular apresentam-se frequentemente como temas desafiadores no contexto educacional, sobretudo devido ao seu caráter microscópico e abstrato, o que exige dos estudantes elevado grau de visualização espacial e compreensão conceitual. A abordagem tradicional, predominantemente expositiva e apoiada exclusivamente em imagens estáticas presentes em livros didáticos ou projetadas em sala de aula, tem se mostrado insuficiente para promover uma aprendizagem efetiva e significativa nesse campo do conhecimento (Vieira *et al.*, 2024).

Diante desse cenário, torna-se imperativa a adoção de estratégias pedagógicas inovadoras que transcendam a mera recepção passiva de informações, estimulando o protagonismo estudantil e a construção ativa do conhecimento. Entre essas estratégias, destaca-se o emprego de modelos didáticos tridimensionais, os quais atuam como ferramentas mediadoras, estabelecendo uma ponte tangível entre conceitos abstratos e experiências concretas, favorecendo a apreensão dos conteúdos complexos e a visualização espacial dos processos biológicos (Vieira *et al.*, 2024).

A tecnologia de impressão 3D emerge, nesse contexto, como uma abordagem promissora, inovadora e ativa, capaz de transformar significativamente o processo de ensino-aprendizagem na educação básica. Ao possibilitar a fabricação de modelos físicos detalhados, essa tecnologia não apenas facilita a assimilação dos conteúdos, como também estimula metodologias ativas de ensino e a cultura maker ou “faça você mesmo”, promovendo um engajamento mais profundo dos alunos e fomentando a interdisciplinaridade entre áreas como Biologia, Matemática, Física e Química (Nascimento *et al.*, 2022).

Como exemplo prático dessa aplicação, podemos inserir a modelagem da célula procarionte (CP), representada por bactérias e cianobactérias. Caracterizada pela ausência de núcleo e organelas delimitadas por membrana, seu material genético encontra-se disperso no citoplasma. A CP apresenta uma complexidade estrutural que, devido ao seu reduzido tamanho, impõe desafios significativos à compreensão visual dos estudantes (Alberts *et al.*, 2017). A utilização de modelos 3D permite a representação concreta dessa complexidade, facilitando a aprendizagem e a internalização dos conceitos biológicos pertinentes (Weber, 2007). Destaca-se, portanto, a importância do presente trabalho.

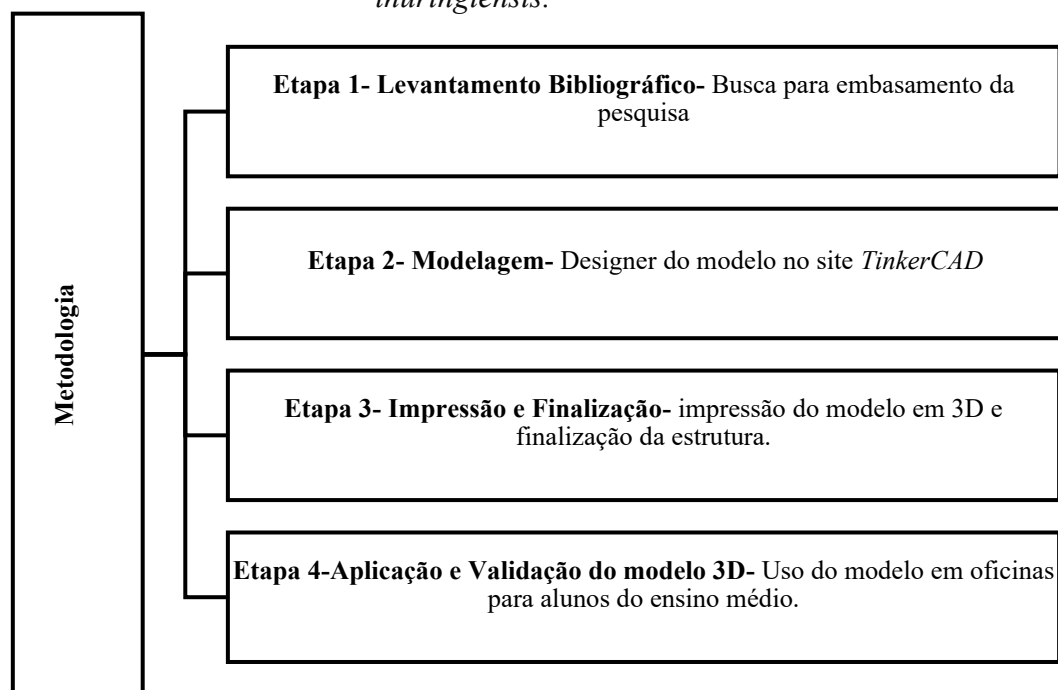
Dessa forma, neste estudo, optou-se por desenvolver a modelagem e a impressão 3D da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt), espécie reconhecida por sua relevância biológica e aplicabilidade agronômica, sobretudo no controle biológico de pragas (bioinsumo), além de seu potencial na biorremediação ambiental (Kumar *et al.*, 2021; Wu *et al.*, 2023). A presente proposta visa integrar essa tecnologia a oficinas e aulas de Biologia Celular no Ensino Médio, promovendo uma abordagem educacional que favoreça a aprendizagem significativa, a interação ativa e o acesso ampliado a recursos didáticos inovadores.

Dessa forma, este estudo teve como objetivo realizar a modelagem e a impressão 3D da bactéria *Bacillus thuringiensis*, com a finalidade de ser utilizada em oficinas e aulas de Biologia Celular no Ensino Médio, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa e acessível.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório Maker Guará do IF Goiano, Campus Iporá, e foi dividido em quatro etapas (Figura 1), fundamentadas nos estudos de Palaio, Almeida e Presteza (2018).

Figura 1 - Fluxograma da Metodologia da Modelagem e Impressão 3D do *Bacillus thuringiensis*.



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

ETAPA 1 – LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

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 de bactérias 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.

ETAPA 2 – MODELAGEM

A segunda etapa consistiu na prototipagem e modelagem em uma plataforma 3D. Para essa finalidade, um modelo disponível na internet foi modificado 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.

ETAPA 3 – IMPRESSÃO E FINALIZAÇÃO DO MODELO 3D

O modelo do *Bacillus thuringiensis* que foi elaborado na plataforma *TinkerCAD* foi impresso 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.

ETAPA 4 – APLICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO 3D

O modelo do *Bacillus thuringiensis* em 3D foi usado em oficinas para demonstração da morfologia, fisiologia e da importância das bactérias para alunos do ensino médio de escolas municipais da cidade de Iporá Goiás.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste trabalho, foi realizada a modelagem e impressão da bactéria *Bacillus thuringiensis*, com o objetivo utilizá-la em oficinas e aulas de Biologia Celular no Ensino Médio. O modelo foi desenhado no software *TinkerCAD* e impresso 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 *Bacillus thuringiensis*.

Método Utilizado	Resultados da Impressão
Software para prototipagem	<i>TinkerCAD</i>
Impressora para impressão 3D	Flashforge
Tipo de Filamento Utilizado	<i>Acrilonitrila Butadieno Estireno</i> (ABS)
Método de impressão	<i>Fused Deposition Modeling</i> (FDM)
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 Vinholi 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 modelagem tridimensional é uma tecnologia relativamente recente, baseada na utilização de impressoras capazes de criar objetos em 3D por meio da deposição sucessiva de camadas de material. Esse processo envolve o uso de filamentos plásticos aquecidos e fundidos, que são aplicados de forma precisa até a formação completa da estrutura desejada. Diferentemente das impressoras tradicionais, que operam em apenas duas dimensões (como na impressão em papel), a impressão 3D, também conhecida como manufatura aditiva ou técnica de extrusão, adiciona o material gradualmente, camada por camada, até compor o objeto final (Palaio, Almeida e Presteza; 2018).

A Figura 2 demonstra o modelo da bactéria *Bacillus thuringiensis* impresso em 3D, antes e após a finalização. Observa-se que o modelo permite a visualização de suas partes internas e externas, as quais não são visíveis ao microscópio óptico, tais como: DNA, endósporo, ribossomos, cápsula e flagelos.

De acordo com Freitas *et al.* (2008), para representar adequadamente a diversidade da vida, é essencial considerar uma ampla gama de seres vivos, inclusive os microscópicos, cuja observação é limitada pela necessidade de instrumentos como lupas e microscópios, recursos que nem sempre estão disponíveis nas escolas da rede pública. Essa limitação dificulta a compreensão por parte dos estudantes, especialmente devido à falta de referências visuais comparativas. No entanto, essa dificuldade pode ser atenuada com o uso de modelos didáticos em escala macroscópica, que facilitam a aproximação dos alunos aos conteúdos e favorecem a contextualização do conhecimento. Esse fato é observado no presente estudo, onde, nas oficinas, o uso do modelo despertou mais interesse pela atividade e gerou relatos de contribuição para a compreensão da estrutura bacteriana.

Figura 2 – Modelos da bactéria *Bacillus thuringiensis* impresso em 3D antes e após finalização.



Fonte: de autoria própria (2025).

Pode-se observar que o uso do modelo impresso da bactéria *Bacillus thuringiensis* facilitou a aprendizagem e a visualização de forma lúdica e estimulante para os alunos. Integrar a tecnologia de impressão 3D à observação microscópica possibilita a criação de modelos didáticos acessíveis e simplificados, favorecendo a compreensão dos microrganismos por parte dos estudantes da rede regular de ensino.

Além de ampliar o acesso ao conhecimento, essa abordagem também contribui para a inclusão de alunos com deficiência visual, ao proporcionar representações táteis e mais concretas das estruturas biológicas (Palaio, Almeida e Presteza; 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A impressão da bactéria *Bacillus thuringiensis* se mostrou ser uma ferramenta valiosa para visualizar e estudar estruturas biológicas complexas e para fornecer o apoio ao conteúdo presente nos materiais de estudo tradicionais. Com os avanços contínuos da tecnologia de impressão 3D, há um grande potencial para expandir as aplicações nas Ciências Biológicas, permitindo representações mais precisas e interativas de estruturas biológicas. Isso pode melhorar significativamente a compreensão dos alunos em sala de aula.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro de Excelência em Bioinsumos (CEBIO) e ao IF Goiano, pelo fomento da bolsa para o desenvolvimento deste projeto.

REFERÊNCIAS

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

FREITAS, L. A. M. *et al.* Construção de modelos embriológicos com material reciclável para uso didático. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 91-97, 2008. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-482733>. Acesso em: 20 set. 2025

KUMAR, P. *et al.* Bacillus thuringiensis como biopesticida microbiano: usos e aplicações para a agricultura sustentável. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 31, n. 95, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s41938-021-00440-3>. Acesso em: 18 jul. 2025.

MARQUES, H. R. *et al.* Inovação no ensino: uma revisão sistemática das metodologias ativas de ensino-aprendizagem. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, Campinas; Sorocaba, SP, v. 26, n. 3, p. 718-741, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uniso.br/avaliacao/article/view/4815>. Acesso em: 17 jul. 2025.

MISSEYANNI, A. *et al.* Active learning stories in higher education: lessons learned and good practices in STEM Education. In: MISSEYANNI, A. (ed.). **Active learning strategies in higher education: teaching for leadership, innovation, and creativity**. Bingley: Emerald Publishing, 2018. p. 75-105.

NASCIMENTO, Y. N. *et al.* Considerações sobre o uso das tecnologias digitais na educação básica. In: FINELLI, L. A. C. **Experiências de educação em tempos de educação híbrida**. Guarujá, SP: Científica Digital, 2022. p. 12-23.

PALAIIO, 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, p. 70-82, set./dez. 2018. Disponível em: <https://scholar.archive.org/work/spfldwom2zcoroavtfar7esgwa/access/wayback/http://srvapp2.s.santoangelo.uri.br/seer/index.php/encitec/article/download/2369/pdf-2369>. Acesso em: 20 set. 2025

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**, [S. l.], v. 5, n. 1, 2021.

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.

SAVICZKI, S. C. **Prática pedagógica de professores em cursos técnicos de nível médio: aplicação de metodologias ativas.** 2019. 153 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Escola de Humanidades, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

VIEIRA, K. F. S. *et al.* Modelos pedagógicos em 3D inclusivos no ensino de Biologia Celular destinados a alunos videntes e com deficiência visual. *In: Seminário de Educação (SEMIEDU)*, 32., 2024, Cuiabá, MT. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2024.

WEBER, J. ATP synthase – the structure of the stator stalk. **Trends in Biochemical Sciences**, v. 32, n. 2, p. 53-56, fev. 2007. Disponível em: [https://www.cell.com/trends/biochemical-sciences/fulltext/S0968-0004\(06\)00330-6?large_figure=true](https://www.cell.com/trends/biochemical-sciences/fulltext/S0968-0004(06)00330-6?large_figure=true). Acesso em: 20 set. 2025

WU, S. *et al.* New roles for *Bacillus thuringiensis* in the removal of environmental pollutants. **Environmental Research**, v. 236, p. 116699, nov. 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935123015037?via%3Dihub>. Acesso em: 18 jul. 2025.