

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS EDUCACIONAIS IMPRESSOS 3D COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA PARA ESCOLAS DE ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO DO MUNICÍPIO DE SÃO CRISTÓVÃO

Rodrygo S. C. Viana¹, Wadja A. L. Silva², Letícia B. Santos^{1,2}, Francis O. Menezes^{1,3}, José H. S. Passos^{1,4}, Antônio F. B. Melo^{1,5}, Zora I. G. Santos^{1,6} e José K. M. A. Rego^{1,7}.

¹Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, Brasil
(rodrygosilveira10@hotmail.com)

²Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, Brasil

Resumo: A impressão 3D tem se consolidado como ferramenta educacional inovadora, tornando o aprendizado mais dinâmico e interativo. Este projeto de extensão visa desenvolver materiais didáticos em resina 3D para escolas públicas de São Cristóvão. Foram criados protótipos para biologia (Lei de Mendel), matemática (Teorema de Pitágoras e Binômio de Newton) e química (modelo atômico e distribuição de Linus Pauling), buscando concretizar conceitos abstratos e fortalecer estratégias de aprendizagem ativa.

Palavras-chave: Impressão 3D; Kit educacional; Projetos extensionistas; aprendizagem ativa.

INTRODUÇÃO

No Brasil, é notável que o sistema tradicional de ensino enfrenta desafios crescentes, como o desinteresse dos alunos por métodos convencionais de aprendizado. Essa realidade é particularmente evidente no ensino básico, em que a distância entre conceitos teóricos e vivências práticas pode gerar dificuldades de aprendizado e baixo desempenho escolar. Nesse contexto, tecnologias educacionais emergentes vêm se destacando como ferramentas capazes de promover maior engajamento, aprendizagem ativa e construção de conhecimento concreto.

Entre essas tecnologias, a impressão 3D tem se consolidado como um recurso versátil e inovador, com capacidade para transformar a dinâmica das salas de aula. Diversos estudos apontam que sua utilização favorece a aprendizagem ativa, estimula a curiosidade e permite a construção concreta de conceitos abstratos, contribuindo para um ambiente mais interativo e participativo (Souza *et al.*, 2024; Pires e Vinholi, 2022). Com o advento da quarta revolução industrial, a integração dessas ferramentas aos sistemas educacionais tornou-se ainda mais relevante, acompanhando tendências globais de inovação pedagógica.

Radiopoulou *et al.* (2025), exploram a integração da tecnologia de impressão 3D por alunos adultos em Escolas de Segunda Chance (SCS) na Grécia, instituições projetadas para lidar com o abandono escolar precoce e promover a

aprendizagem ao longo da vida. Baseada em teorias de aprendizagem construtivista e experiencial, os autores desenvolveram uma atividade prática de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) voltada à alfabetização científica, utilizando modelagem computacional 3D e manipulação tangível de objetos impressos para ilustrar o princípio de Arquimedes. Os resultados evidenciaram uma tendência positiva dos participantes, que consideraram a impressão 3D acessível, interessante e fácil de usar, demonstrando abertura ao uso de ferramentas inovadoras mesmo entre populações adultas marginalizadas. Este trabalho destaca o valor da integração de tecnologias emergentes em estruturas educacionais alternativas e oferece um modelo replicável para a educação STEM inclusiva, além de estabelecer as bases para futuras pesquisas em ambientes de aprendizagem de adultos, utilizando abordagens inovadoras e centradas no aluno (Radiopoulou *et al.*, 2025).

De forma complementar, Kefalis *et al.* (2024) investigaram o papel da impressão 3D e de aplicações digitais no ensino de ciências, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) em escolas regulares e especiais. A análise de diversos estudos demonstrou que o uso da impressão 3D enriquece os processos de aprendizagem ao fomentar o pensamento crítico, as habilidades de resolução de problemas e a interação dos estudantes com os conteúdos. Além disso, os autores destacam o impacto positivo dessa tecnologia na educação

especial, ao possibilitar experiências inclusivas por meio da criação de ferramentas pedagógicas personalizadas. Um estudo de caso de uma escola profissionalizante na Grécia exemplificou a implementação bem-sucedida de um clube de impressão 3D e robótica educacional, evidenciando sua eficácia no engajamento dos alunos e na melhoria dos resultados de aprendizagem (Kefalis *et al.*, 2024).

Uma revisão abrangente conduzida por Ford e Minshall (2019) sintetizou seis categorias de uso da tecnologia de impressão 3D no ensino: (1) formação de alunos sobre impressão 3D; (2) formação de educadores; (3) como uma tecnologia de suporte durante o ensino; (4) produção de artefatos pedagógicos; (5) criação de tecnologias assistivas; e (6) suporte a atividades de extensão. Embora haja evidências de aplicação em cada uma dessas categorias, os autores destacam que a implementação ainda é incipiente, indicando a necessidade de políticas e pesquisas voltadas à sua consolidação.

Diante desse panorama, observa-se que, apesar da ampla documentação dos benefícios da impressão 3D em diferentes níveis e contextos educacionais, ainda são escassas as iniciativas voltadas à aplicação sistemática dessa tecnologia em escolas públicas brasileiras, especialmente no ensino fundamental e médio. Nesse sentido, o presente trabalho apresenta uma experiência extensionista voltada ao desenvolvimento e aplicação de kits educacionais impressos em 3D em escolas públicas do município de São Cristóvão (SE). O objetivo é contribuir para a concretização de conceitos abstratos, tornar as aulas mais dinâmicas e interativas e, assim, potencializar o aprendizado dos estudantes, em consonância com as tendências atuais de inovação tecnológica na educação.

MATERIAL E MÉTODOS

A produção dos kits educacionais foi realizada no laboratório de polímeros, localizado no departamento de Ciência e Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Sergipe, no período de fevereiro a outubro de 2025. Inicialmente fez-se a aquisição dos equipamentos (impressoras 3D de resina e scanner) e, em paralelo, contactou-se escolas de ensino fundamental e médio públicas, localizadas no município de São Cristóvão. Após realizado a prospecção dos tópicos do ensino fundamental e médio em que os alunos apresentavam dificuldades no aprendizado, foi iniciado a confecção dos kits educacionais partindo da criação do projeto 3D, em formato STL, utilizando o software FUSION 360. Logo após, as peças foram impressas em uma impressora de resina 3D da Creality modelo Halot-mage, utilizando as resinas fotopolimerizáveis standards/basic da 3D Lab e 3D Cure. Após a impressão foi realizada a lavagem das peças por 15

minutos em uma máquina de lavagem e cura 3D da Creality modelo UW-03 usando álcool isopropílico. Posteriormente, com a ajuda de um papel toalha, é removido cuidadosamente o excesso de álcool isopropílico remanescente na peça para por fim, realizarmos o processo de cura das peças, que durou 10 minutos (5 minutos para cada lado da peça). Posteriormente, iniciou-se o processo de moldagem das peças, para isso, a peça foi colocada na folha de acetato utilizando uma fita dupla face, e montada uma barreira de contenção com o auxílio de peças de lego para evitar o escoamento do silicone. Um catalisador de silicone na proporção de 3:100 foi adicionado na solução para alcançar a solidificação em cerca de 30 minutos. Em seguida, foi preparado uma mistura de gesso com proporções 1:1,5 de gesso para água com o objetivo de ser alocado em cima do molde de silicone para obtermos uma superfície mais plana. Após cerca de 15 minutos da cura gesso, o molde foi virado removendo a peça impressa, validando o molde. Seguidamente, para a produção da peça final em poliéster, foi adicionado 30 gotas de catalizador para cada 100 mL de resina poliéster, em seguida um misturador elétrico foi adicionado por 3 minutos para homogeneizar a solução e preenchemos os moldes, onde o processo de cura levou cerca de 8 horas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste projeto, foram produzidos modelos tridimensionais para auxiliar a compreensão conceitual de tópicos abordados em sala de aula para as matérias de química, matemática e biologia. Para as peças referentes à matéria de química, foram confeccionadas a representação dos níveis de energia, ou camadas eletrônicas, de um átomo genérico (Fig. 1) juntamente com a representação física da distribuição de Linus Pauling, que contribuem para promover a compreensão dos conceitos fundamentais da estrutura atômica (Fig. 2). Nestas peças foram utilizadas pequenas esferas que representam os elétrons, permitindo que o estudante preencha tanto as camadas eletrônicas, quanto a distribuição de Linus Pauling do elemento em estudo.



Figura 1. Camadas eletrônicas

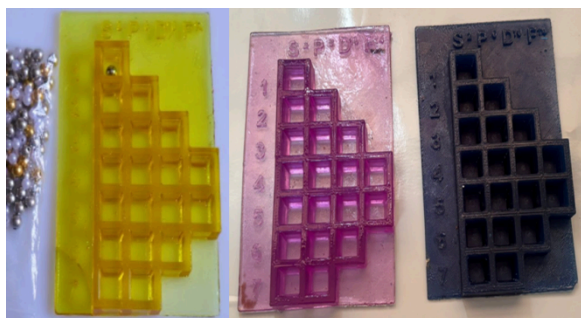


Figura 2. Distribuição de Linus Pauling.

Para as peças referentes à matéria de matemática, foram produzidas a representação geométrica do teorema de pitágoras, permitindo o discente montar e visualizar a relação entre os lados de um triângulo retângulo, ajudando a entender melhor a fórmula do teorema $A^2 + B^2 = C^2$. A segunda peça é representação geométrica do binômio de newton quando $n = 2$ permitindo ilustrar a expansão algébrica $(x + y)^2 = x^2 + 2xy + y^2$ como observado na Fig. 3.



Figura 3. Binômio de newton

Para as peças referentes à matéria de biologia, foi produzida a representação geométrica das relações

genéticas de Mendel, permitindo demonstrar fisicamente ao estudante como genes dominantes (A) e recessivos (a) determinam as características hereditárias.



Figura 4. Relações genéticas de Mendel.

Na Fig. 5 podemos observar as peças que foram produzidas para auxiliar na compreensão da disciplina de biologia para o ensino médio e ciências no ensino fundamental, especificamente sobre o tema *Células*, englobando tanto células animais quanto vegetais.

Foram impressas, em estrutura tridimensional, os exemplos de células eucariontes, com suas respectivas organelas, próprias de cada tipo, em relevo e formato o mais fidelizados possível, dadas as devidas proporções.

Espera-se que uma forma física e palpável possa facilitar a memorização dos componentes e da dinâmica celular, além das diferenças entre os tipos. Podemos observar naquela de forma mais retangular a representação das células vegetais e com formato mais irregular ou arredondado, as células animais.



Figura 5. Células Eucariontes

Continuando as abordagens na área de química, mais especificamente para o ensino médio, outro conjunto de peças produzidas, foram as representações de alguns átomos, mais comuns, com suas respectivas valências, como pode-se observar na Fig. 6.

O intuito desse conjunto é estimular o aluno a criar descobrir e elaborar moléculas que seguem a “*regra do octeto*”, neste conjunto é possível formar moléculas conhecidas, como NaCl, NH₃, CO₂, H₂O, MgO, que são normalmente apresentadas aos alunos nessa fase do ensino.

As lacunas na lateral das peças com valência 1⁺ ou 2⁺, geram um encaixe perfeito com as protuberâncias das outras peças, e essas quantidades são exatamente correspondentes às valências, denotando a impossibilidade de algumas moléculas e a possibilidade de outras.

Dessa forma é possível introduzir assuntos como ligações químicas, para jovens que terão seu primeiro contato de forma mais dinâmica, mais uma vez fugindo do abstrato.

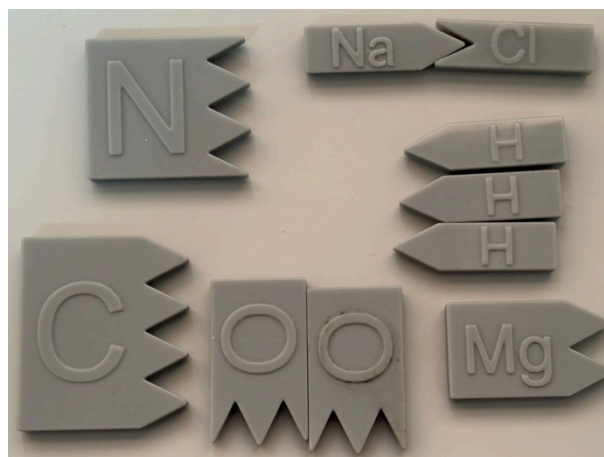


Figura 6. Átomos

Os resultados obtidos demonstram que os kits educacionais desenvolvidos por manufatura aditiva apresentam potencial significativo como recursos didáticos para o ensino fundamental e médio. A diversidade de modelos produzidos para química, matemática e biologia evidencia a versatilidade da impressão 3D como ferramenta de apoio ao ensino, em consonância com estudos que apontam seu uso como estratégia promissora para promoção da aprendizagem ativa e do ensino baseado em experimentação (FORD e MINSHALL, 2019; KEFALIS *et al.*, 2024).

No ensino de química, os modelos físicos das camadas eletrônicas e da distribuição de Linus Pauling mostraram-se relevantes por permitirem a representação tridimensional de conteúdos tradicionalmente apresentados de forma abstrata e bidimensional. A possibilidade de manipulação dos

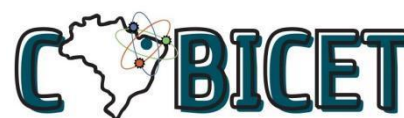
elétrons representados nas peças favorece a visualização espacial e contribui para a compreensão dos princípios da estrutura atômica, corroborando estudos que associam recursos tridimensionais à melhoria da assimilação de conteúdos microscópicos e conceituais (Pires e Vinholi, 2022).

De forma semelhante, os modelos matemáticos desenvolvidos para o teorema de Pitágoras e para o binômio de Newton evidenciam como a representação concreta de relações geométricas e algébricas pode contribuir para o processo de ensino-aprendizagem. A manipulação dessas estruturas permite que o estudante visualize relações frequentemente tratadas apenas em linguagem simbólica, favorecendo a construção do raciocínio lógico e a aprendizagem significativa. Esse resultado reforça a literatura que destaca o papel de recursos concretos no desenvolvimento da compreensão conceitual em matemática (Souza *et al.*, 2024; Evangelista e Oliveira, 2021).

No caso do modelo relacionado às relações genéticas de Mendel, observa-se contribuição semelhante, uma vez que a representação física dos alelos possibilita maior compreensão dos mecanismos hereditários por meio de uma abordagem mais visual e interativa. Essa estratégia aproxima o conteúdo teórico da experimentação didática e se alinha às abordagens construtivistas de ensino, nas quais o estudante assume papel ativo na construção do conhecimento.

Assim, o uso de kits educacionais em redes de ensino contribuem para concretizar conceitos abstratos vistos em sala de aula, uma vez que a visualização dos modelos tridimensionais favorecem a percepção espacial e a materialização de conceitos abstratos, corroborando achados da literatura sobre o ensino concreto (Souza *et al.*, 2024; Evangelista e Oliveira, 2021). O uso de objetos tridimensionais em sala de aula permite que os estudantes manipulem e verifiquem hipóteses, fatores que são elementos centrais do ensino investigativo e da aprendizagem baseada em problemas, favorecendo também, o interesse e a motivação dos alunos pelo conteúdo apresentado em sala de aula. Por se tratar de objetos físicos, os kits educacionais também abrangem a inclusão de alunos com necessidades especiais, pois há relatos de materiais assistivos (materiais que visam promover a funcionalidade, autonomia e qualidade de vida de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida) impressos em 3D voltados a estudantes com deficiência visual sugerindo potencial para ampliar a acessibilidade didática (Pires e Vinholi, 2022).

Apesar dos benefícios da aplicação de kits educacionais em redes de ensino, surgem também desafios e limitações acerca desse tema. A produção



dos kits educacionais em resina demanda tempo e recursos, tendo em vista que é necessário um investimento considerável para realizar a aquisição de todo o material necessário, como as impressoras de resina 3D, a lavadora e curadora, as resinas fotopolimerizáveis compatíveis com as impressoras, epi's, além do tempo necessário para realizar a impressão e pós-processamento, que podem dificultar a agilidade para a aplicação em sala, consequentemente, limitando também a escala de produção. A melhoria das propriedades mecânicas do produto final é desejável, visto que são itens frágeis que podem ser facilmente danificados ao sofrerem choques mecânicos. Além disso, a literatura indica que poucos trabalhos detalham o processo de impressão em si (Pires e Vinholi, 2022), o que evidencia a complexidade técnica envolvida e a necessidade de conhecimento específico, como o conhecimento em softwares de modelagem e projetos 3D como o Fusion 360 e SolidWorks; configurações dos parâmetros de impressão e acabamento. Outro desafio é preparar os docentes para usar estes materiais, é necessário uma breve capacitação para integrar as peças às práticas pedagógicas. Até o momento, não foi obtido o feedback das peças utilizadas em sala de aula; considera-se, porém, que elas poderão melhorar a absorção do conteúdo e tornar as aulas mais dinâmicas, conforme expectativa inicial e observado na literatura.

CONCLUSÃO

A implementação do projeto de desenvolvimento de produtos educacionais impressos tridimensionalmente para auxiliar às estratégias pedagógicas das escolas públicas de ensino fundamental e médio de São Cristóvão possibilitou aos integrantes do projeto desenvolverem habilidades e competências específicas, como a criatividade em elaborar maneiras de tornar palpável conceitos que são ensinados de forma tradicionalmente abstrata, resolver problemas ligados ao processo da impressão 3D, além de demonstrar o potencial pedagógico dos materiais didáticos produzidos por impressão em resina 3D para o ensino básico.

Os kits educacionais desenvolvidos oferecem meios concretos para abordar conteúdos tradicionalmente abstratos, favorecendo aprendizagem ativa e inclusão. Nessa direção, notou-se ao longo do projeto, que essas peças podem ser levadas a outras vertentes, como um auxílio na educação de pessoas com deficiência visual, uma vez que os conceitos se transmitem em objetos reconhecíveis pelo toque e não pela observação visual.

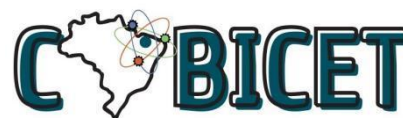
Entretanto, ainda é necessário superar desafios essenciais como o aprimoramento da produção em larga escala, redução de custos e aprimoramento das propriedades mecânicas e durabilidade de algumas peças.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC/SE) pelo apoio financeiro concedido, que viabilizou a execução deste projeto de extensão. Agradecem também à Universidade Federal de Sergipe (UFS) e ao Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (DCEM) pelo suporte técnico e institucional, bem como às escolas públicas participantes, cuja colaboração foi essencial para o desenvolvimento e aplicação dos kits educacionais impressos em 3D.

REFERÊNCIAS

- EVANGELISTA, F. L.; Oliveira, L. M. Estudo das consequências da aplicação de impressoras 3D no ambiente escolar. **Physicae Organum**, v.7, n.1, p.39-58, 2021.
- FORD, S.; MINSHALL, T. Invited review article: Where and how 3D printing is used in teaching and education. **Additive Manufacturing**, v. 25, p.131-150, 2019.
- KEFALIS, C.; SKORDOULIS, C.; DRIGAS, A. The role of 3D printing in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (S.T.E.M.) education in general and special schools. **Int. J. Online Biomed. Eng. (iJOE)**, v. 20, n. 12, p. 4-18, 2024.
- KOTZ, A.; KOVATLI, M.; LOCATELLI, E. Possibilidades de uso da impressora 3D em projetos de sala de aula. In **Anais do XXV Workshop de Informática na Escola (WIE 2019)**; Sociedade Brasileira de Computação: Santo Ângelo, Brasil, pp. 1109-1113, 2019.
- ÖZEREN, Ö.; ÖZEREN, E. B.; TOP, S. M. *et al.* Learning-by-doing using 3D printers: Digital fabrication studio experience in architectural education. **Journal of Engineering Research**, v.11, p.100135, 2023.
- PIRES, M. I. F.; VINHOLI, A. J. Impressão 3D e pesquisas em ciências da natureza: um olhar sobre a produção científica na área. **RBECM**, v.5, n. 1, p. 373-392, 2022.
- RADIOPOULOU, D.; KANTAROS, A.; GANETSOS, T. *et al.* 3D printing as a multimodal STEM learning technology: a survey study in second chance schools. **Multimodal Technol and Interact**, v.9, n. 9, p.87, 2025.



SOUZA, C. P. D.; SILVA, A. B. G. D.; SILVA, A. B. D. *et al.* Impressão 3D: uma nova dimensão para o ensino. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 17, n.13, p.01-19, 2024.

VENTURA, F. C.; PENGÓ, M. M. S. B.; BUENO, M. A. P. *et al.* Aplicação da impressão 3D em projeto de extensão no ensino superior em hospital de tratamento de câncer. **Revista Foco**, v.17, n.5, p.1-12, 2024.