



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DO RIO GRANDE DO SUL - CAMPUS PORTO ALEGRE  
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA:  
BIOLOGIA E QUÍMICA

**EVANDRO DAMASCENO MORAIS**

**MODELOS DIDÁTICOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:  
ESTUDO DE CASO COM O USO DA IMPRESSÃO 3D NO ENSINO MÉDIO**

PORTO ALEGRE

Junho, 2025

**EVANDRO DAMASCENO MORAIS**

**MODELOS DIDÁTICOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:  
ESTUDO DE CASO COM O USO DA IMPRESSÃO 3D NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de conclusão do Curso de Graduação em Ciências da Natureza do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título Licenciatura em Ciências da Natureza: Biologia e Química.

Profª. Orientadora: Dra. Karin Tallini  
Profª Coorientadora: Liliane Madruga

PORTO ALEGRE

Junho, 2024.

## RESUMO

Este projeto teve como objetivo investigar o potencial da impressão 3D como ferramenta no ensino de Ciências Biológicas, com foco em superar as dificuldades associadas à compreensão de conceitos abstratos e complexos. A pesquisa buscou abordar desafios comuns no ensino tradicional de Biologia, como a abstração dos conteúdos, a escassez de recursos didáticos apropriados e a dificuldade em engajar os alunos. A metodologia adotada incluiu uma pesquisa qualitativa, utilizando um procedimento metodológico de pesquisa bibliográfica. Através da análise de estudos e literatura relevante, o projeto pretendeu avaliar como a impressão 3D poderia servir como uma alternativa eficaz, permitindo a criação de modelos tridimensionais personalizados e de alta qualidade. Esses modelos puderam ser manipulados pelos alunos, proporcionando uma experiência de aprendizado mais concreta e sensorial, o que facilitou a compreensão dos conceitos biológicos.

palavras-chave: Impressão 3D, Ensino de Ciências Biológicas, Modelos Didáticos.

## ABSTRACT

This project aims to investigate the potential of 3D printing as a tool in teaching Biological Sciences, focusing on overcoming the difficulties associated with understanding abstract and complex concepts. The research will seek to address common challenges in traditional Biology teaching, such as content abstraction, the scarcity of appropriate teaching resources, and the difficulty in engaging students. The methodology adopted will include qualitative research, using a bibliographic research methodological procedure. Through the analysis of studies and relevant literature, the project intends to evaluate how 3D printing can serve as an effective alternative, allowing the creation of personalized and high-quality three-dimensional models. These models can be manipulated by students, providing a more concrete and sensorial learning experience, which can facilitate the understanding of biological concepts.

keywords: 3D Printing, Teaching Biological Sciences, Didactic Models.

## Lista de Figuras

Figura 1 - Tela do software Blender .....	15
Figura 2 - Molécula de H <sub>2</sub> O feita no Tinkercad, .....	16
Figura 3 - Exemplo de pesquisa por célula no website Thingiverse .....	23
Figura 4 - Modelo de célula vegetal adaptada pelo usuário Marcos Pitra.....	24
Figura 5 - Modelo de célula vegetal original.....	25
Figura 6 - Modelo de célula animal adaptada pelo usuário PhilipTrembl.....	25
Figura 7 - Tela do software de fatiamento Creality Print .....	28
Figura 8 - Representação da parede celular no momento da impressão 3D.....	29
Figura 9 - Representação das organelas da célula vegetal produzidos com impressão 3D.....	29
Figura 10 - Representação de treze partes que formam a célula vegetal produzidos com impressão 3D .....	30
Figura 11 – Representação do modelo preliminar de célula vegetal utilizando impressora 3D .....	30
Figura 12 - Tela do software de fatiamento Creality Print .....	31
Figura 13 - Representação da membrana celular produzidos com impressão 3D.....	32
Figura 14 - Representação de doze partes que formam a célula animal produzidos com impressão 3D .....	32
Figura 15 - Modelo preliminar de célula animal utilizando impressora 3D.....	33
Figura 16 - Tela do software de fatiamento Creality Print .....	38
Figura 17 - Tela do software de fatiamento Creality Print .....	39
Figura 18 - Representação do modelo de célula vegetal em impressão 3D .....	39
Figura 19 - Representação do modelo de célula animal em impressão 3D.....	40
Figura 20 - Foto do momento da pintura com primer .....	40
Figura 21 - Representação dos modelos no momento da pintura com tinta acrílica .....	41
Figura 22 - Representação dos modelos após a camada de verniz fosco .....	41
Figura 23 – Representação das partes dos modelos didáticos de célula animal e vegetal .....	42
Figura 24 – Representação da versão final dos modelos didáticos de célula animal e vegetal	42
Gráfico 1 – Como você avalia a utilidade dos modelos didáticos feitos com impressão 3D na aula de biologia.....	34
Gráfico 2 - Você acha que estes modelos didáticos em 3D são mais eficazes do que os métodos tradicionais (slides ou livros) para aprender conceitos de biologia celular?.....	35

Gráfico 3 - Os modelos didáticos em 3D ajudaram a melhorar sua compreensão das estruturas celulares? .....	35
Gráfico 4 - Você conseguiu identificar e estabelecer conexões entre diferentes conceitos de biologia celular com mais facilidade usando os modelos didáticos? .....	36
Gráfico 5 - Os modelos didáticos em 3D aumentaram seu interesse e engajamento durante a aula?.....	36

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 - Procedimentos metodológicos da pesquisa .....	18
Tabela 2 - Universo da pesquisa.....	20
Tabela 3 - Cronograma de execução .....	22

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
1.1 O ensino de Ciências Biológicas .....	9
1.2 Materiais Didáticos.....	11
1.3 Modelos didáticos concretos tridimensionais (Modelos didáticos 3D).....	13
1.4 A Impressão e Modelagem 3D .....	14
2. OBJETIVOS.....	17
3. METODOLOGIA.....	17
3.1 Universo da pesquisa.....	19
3.2 Aspectos éticos .....	21
4. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO .....	22
5. RESULTADOS .....	23
5.1 Utilizando modelos 3D compartilhados na internet .....	23
5.2 A Escolha do método de impressão.....	26
5.3 A Escolha do tipo de filamento .....	27
5.4 Preparação e impressão .....	27
5.5 Avaliação dos modelos didáticos .....	33
5.6 Modelos finais .....	37
5.7 Devolutiva aos alunos.....	43
6. CONCLUSÃO.....	43
7. REFERÊNCIAS .....	45
8. ANEXOS.....	50

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 O ensino de Ciências Biológicas

O ensino de Ciências Biológicas é um campo de estudo fundamental para compreendermos o mundo ao nosso redor. No entanto, o ensino dessa área complexa apresenta diversas dificuldades, que podem comprometer seu aprendizado.

Cosenza e Guerra, (2011, p. 38) afirmam que “A aprendizagem é consequência de uma facilitação da passagem de informações ao longo das sinapses”. E que “do ponto de vista neurobiológico a aprendizagem se traduz pela formação e consolidação das ligações entre as células nervosas.” Nesse sentido, a aprendizagem e a mudança de comportamento têm um correlato neurobiológico.

Em vista disso, no contexto do ensino de Biologia percebe-se a necessidade do professor usar de uma nova estratégia para encarar de frente as dificuldades de desenvolver aulas práticas dessa disciplina, pois os problemas enfrentados são muitos que impactam na aprendizagem dos discentes.

Dessa maneira, a Biologia lida com conceitos abstratos e inter-relacionados, como a estrutura e função de moléculas, processos bioquímicos intrincados, excesso de termos, a fisiologia complexa dos organismos e a diversidade da vida na Terra. Essa abstração torna o aprendizado desafiador para muitos alunos, que podem ter dificuldades em visualizar e compreender os processos biológicos em sua totalidade,

Além disso, Dias (2008), citado por Almeida et al. (2021)

O ensino de Biologia, esta estuda as estruturas dos organismos, como anatomia, fisiologia e genética, dentre outros conteúdos relacionados com a vida, cujos nomes científicos, ciclos e tabelas são considerados difíceis de serem compreendidos. Assim, para muitos alunos, essa disciplina é muito complexa, o que contribui para o método de decorar os conceitos da Biologia para as avaliações.

Outro exemplo, citado por Fabrício et al. (2006)

Segundo Moreira e Silva (2001) e Canal e Bastos (2001), um dos problemas mais frequentes no ensino da Biologia no ensino médio, é o conteúdo de Genética, que exige do aluno conhecimentos prévios em diversas áreas, como: Biologia Molecular (estrutura das moléculas que organizam a estrutura e funcionamento da célula), Citologia (a qual deveria ser compreendida como Biologia Celular, compreendendo-se as diferentes etapas da vida de uma célula, ou seja, o ciclo celular e como os processos de Divisão Celular estão inseridos nesse contexto), Citogenética e fundamentos de raciocínio matemático (Frações, Probabilidades, Regra de Três).

Estes conceitos tornam o aprendizado desafiador para muitos alunos, que podem ter dificuldades em visualizar e compreender os processos biológicos em sua totalidade. Segundo Silva (2012), citado por Almeida (2021)

Os professores comumente encontram dificuldades na abordagem dos temas científicos no ensino, assim como a sua aplicação na vida cotidiana do aluno. Outros, porém, diante das dificuldades que surgem no dia-a-dia, acabam por decidir seguir apenas a orientação proposta nos livros didáticos e que lhes são disponíveis e, geralmente, não possuem ligação com a realidade do aluno.

Um ponto-chave que torna o ensino de biologia mais acessível é o uso de modelos didáticos, visto como uma estratégia eficaz. pois como é descrito por Della Justina et al. (2003 p. 136) citando Giordan e Vecchi (1996)

Modelo didático corresponde a um sistema figurativo que reproduz a realidade de forma esquematizada e concreta, tornando-a mais compreensível ao aluno. Representa uma estrutura que pode ser utilizada como referência, uma imagem que permite materializar a ideia ou o conceito, tornando-os assimiláveis. Os modelos didáticos devem simbolizar um conjunto de fatos, através de uma estrutura explicativa que possa ser confrontada com a realidade.

A utilização de modelos didáticos no ensino da biologia é amplamente reconhecida como uma estratégia positiva e que facilita significativamente a compreensão de conteúdos complexos. Essa abordagem não apenas dinamiza a relação entre o estudante e o material de estudo, mas também proporciona um ambiente mais propício para a fixação do conhecimento.

De acordo com Setúval e Bejarano (2009), o dinamismo proporcionado pelos modelos didáticos vai além da simples memorização de conceitos; ele se estende à capacidade de resolução de problemas e ao aprimoramento da própria prática pedagógica do professor. Os autores enfatizam que é crucial que os educadores promovam uma articulação dialógica e afetiva entre teoria e prática, cultivando a autonomia do aluno. Isso significa encorajar o estudante a questionar, a observar ativamente os fenômenos e processos estudados, e a construir seu próprio entendimento a partir dessas interações.

Ausubel (1968) afirma que "o fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Verifique isso e ensine-o em conformidade". A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel enfatiza que a aprendizagem ocorre de forma mais eficaz quando novos conceitos são subsumidos a conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. A construção de modelos físicos tridimensionais, como os propostos neste trabalho, permite justamente essa ponte entre o conhecimento prévio dos alunos e novos conceitos científicos, facilitando a ancoragem de novas informações em esquemas cognitivos

já existentes e promovendo o que Moreira e Masini (2009) denominam como aprendizagem significativa através de materiais potencialmente significativos.

A escassez de recursos didáticos adequados e atualizados é outro obstáculo comum. Modelos anatômicos precários, lâminas de microscópio desgastadas e figuras didáticas bidimensionais limitam a capacidade dos alunos de visualizar e interagir com os conceitos biológicos, dificultando a compreensão espacial e a manipulação mental das informações.

A persistência de metodologias tradicionais de ensino, centradas na memorização e na reprodução passiva de informações, limita o desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade de análise dos alunos. Essa abordagem tradicional ignora a diversidade de estilos de aprendizagem e as diferentes necessidades, bem como realidades, dos alunos, dificultando o engajamento e a participação ativa nas aulas.

Diante deste cenário, os materiais didáticos desempenham um papel crucial no processo de ensino-aprendizagem. Esses recursos auxiliam os educadores a transmitir informações de maneira mais eficaz e, os alunos a compreender conceitos complexos criando uma união entre a teoria e a prática.

## 1.2 Materiais Didáticos

Os materiais didáticos desempenham um papel fundamental no processo educacional, servindo como ferramentas essenciais para a transmissão de conhecimentos e habilidades. Com o avanço das tecnologias de informação e comunicação (TIC), esses materiais evoluíram significativamente, abrangendo uma variedade de suportes e mídias.

O material didático pode ser definido como qualquer recurso pedagógico utilizado com finalidade educativa, incluindo livros, jogos, ábacos, blocos lógicos, e outros produtos instrucionais.

A definição de material didático vincula-se ao tipo de suporte que possibilita materializar o conteúdo. Esta condição foi defendida pelo historiador francês Chartier (2002, p. 61-62) ao afirmar que o texto não existe fora dos suportes materiais que permitem sua leitura (ou sua visão) e nem fora da oportunidade na qual pode ser lido (ou possibilitar sua audição) (Bandeira 2009, p. 15).

Esses materiais são projetados para facilitar o processo de ensino-aprendizagem, contribuindo para a formação intelectual e social dos indivíduos. A definição de material didático está intrinsecamente ligada ao suporte utilizado para transmitir o conteúdo, que pode variar desde o tradicional papel até as novas mídias digitais.

Segundo Bandeira (2009), os materiais didáticos podem ser classificados com base no suporte e na mídia utilizada. As principais categorias incluem:

**Material Impresso:** Inclui livros didáticos, guias do professor, cadernos de atividades, mapas e pranchas ilustrativas. Este tipo de material é amplamente utilizado devido à sua facilidade de manuseio e independência de recursos tecnológicos;

**Material Audiovisual:** Compreende recursos como vídeos, áudios, e apresentações multimídia. Esses materiais são eficazes para capturar a atenção dos alunos e promover uma aprendizagem mais interativa;

**Novas Mídias:** Utilizam tecnologias como computadores e Internet, abrangendo software educativo, jogos educacionais, e ambientes virtuais de aprendizagem. Essas mídias permitem uma personalização do ensino e uma maior interatividade

A aplicação dos materiais didáticos varia conforme o contexto educacional e as necessidades do público-alvo. Eles podem ser utilizados tanto em ambientes formais quanto informais de ensino. A escolha do material didático deve considerar fatores como a idade dos alunos, o nível de complexidade do conteúdo, e as tecnologias disponíveis

Na educação formal, os materiais didáticos são frequentemente utilizados para complementar as aulas presenciais. Livros didáticos e guias de estudo são essenciais para a estruturação do currículo escolar, enquanto recursos audiovisuais e digitais podem enriquecer as aulas com conteúdo interativo. Já na educação a distância, as novas mídias digitais desempenham um papel crucial. Plataformas online, vídeos educacionais, e softwares, permitem que os alunos acessem o conteúdo de forma flexível e personalizada, independentemente da localização geográfica.

Com o avanço das TICs, os materiais didáticos enfrentam desafios e oportunidades. A integração de tecnologias como realidade aumentada e inteligência artificial pode revolucionar a forma como o conhecimento é transmitido e absorvido, no entanto, a falta de acesso a essas tecnologias em algumas regiões pode criar disparidades educacionais.

Os materiais didáticos são componentes essenciais do processo educacional, adaptando-se às mudanças tecnológicas e sociais. A diversificação dos suportes e mídias permite uma abordagem mais inclusiva e interativa da educação, potencializando o aprendizado e a formação dos indivíduos. Para maximizar seu impacto, é crucial que os educadores estejam atentos às novas tendências e desafios, garantindo que os materiais didáticos sejam sempre relevantes e eficazes.

Neste contexto, Freitas (2008) citado por Nascimento et al. (2019)

Os modelos didáticos são recursos que preenchem as lacunas deixadas durante as aulas teóricas, possibilitando ao discente relacionar teoria à prática, com a compreensão dos conceitos, assim como também desenvolver habilidades e competências.

Dessa forma, sabemos que “a tecnologia 3D possibilita transformar as impressoras em verdadeiras fábricas de instrumentos didáticos para aprendizagem prática.” (Aguiar, 2016). Este material vai proporcionar ao aluno uma melhor compreensão do conteúdo conforme ele explora estes modelos. Facilitando a aprendizagem e a relação professor- aluno no desenvolvimento das atividades da sala de aula.

### 1.3 Modelos didáticos concretos tridimensionais (Modelos didáticos 3D)

Segundo Albuquerque (2023), os modelos didáticos concretos tridimensionais (MDC3D) são recursos pedagógicos físicos, manipuláveis e representativos de objetos, processos ou conceitos, utilizados para facilitar a compreensão de conteúdos escolares, especialmente aqueles de natureza abstrata ou complexa. Ao proporcionar uma experiência visual e tátil, esses modelos ajudam a minimizar a abstração, tornando o aprendizado mais acessível, interativo e significativo.

Os modelos didáticos concretos tridimensionais são amplamente utilizados em diferentes áreas do conhecimento, como Ciências, Biologia, Geografia e Educação Ambiental. Exemplos comuns incluem maquetes de relevo, modelos anatômicos do corpo humano, representações de células e divisões celulares, e simulações de processos ambientais. Estes modelos permitem que o aluno manipule e visualize o objeto de estudo tornando mais concretos e compreensíveis conceitos que são muito abstratos.

Dessa forma, os modelos didáticos construídos a partir da impressão 3D focados para a biologia, são dessa maneira, segundo Orlando et al. (2009, p. 2)

Modelos biológicos, elaborados como estruturas tridimensionais ou semi-planas (alto relevo) e coloridas. São utilizados como facilitadores do aprendizado, complementando o conteúdo escrito e as figuras planas e, muitas vezes, descoloridas dos livros-texto. Além do lado visual, esses modelos permitem que o estudante manipule o material, visualizando-o de vários ângulos, melhorando, assim, sua compreensão sobre o conteúdo abordado.

#### 1.4 A Impressão e Modelagem 3D

A impressão 3D é um processo de fabricação aditiva, que cria objetos tridimensionais a partir de um modelo digital. Esse processo envolve a deposição de camadas sucessivas de material, permitindo a criação de formas complexas com menos material do que os métodos tradicionais de fabricação, Aguiar (2016).

Onisaki e Vieira (2019) apontam que a mesma tecnologia de impressão 3D que otimizou a indústria por décadas, hoje se tornou uma ferramenta valiosa para a educação. A popularização das impressoras 3D deu aos professores autonomia para desenvolver rapidamente materiais de ensino customizados, alinhando os recursos pedagógicos às necessidades reais dos alunos.

Essa tecnologia oferece vantagens em relação aos métodos tradicionais de fabricação, pois permite a produção de formas complexas utilizando menos material e reduzindo desperdício e custos.

As impressoras mais comuns utilizadas, são as FDM (Fused Deposition Modeling), que utilizam filamentos de plástico, como PLA e ABS, que são derretidos e depositados em camadas. E as SLA (Stereolithography) que empregam resinas fotossensíveis que são solidificadas por luz ultravioleta formando as camadas.

No ensino médio, a impressão 3D pode ser utilizada para criar modelos tridimensionais que ajudam a ilustrar conceitos científicos e matemáticos. Por exemplo, modelos anatômicos podem ser usados para ensinar biologia, enquanto modelos geométricos podem ajudar no estudo de matemática. Além disso, a impressão 3D pode ser adaptada para atender às necessidades de alunos com deficiência visual, como no caso de placas com representações em relevo e escrita em Braille.

A modelagem 3D é o processo de criação de representações tridimensionais de objetos em um ambiente digital, utilizando softwares específicos. diferente de uma imagem 2D que possui apenas altura e largura a modelagem 3D proporciona profundidade permitindo que se visualize um objeto em todos os ângulos. Esses modelos são construídos nos softwares utilizando um sistema de coordenadas X, Y, Z, formando uma malha composta por vértices, arestas e polígonos, onde o usuário pode esculpir e ajustar para que forme estruturas complexas, simulando texturas, cores e dimensões reais.

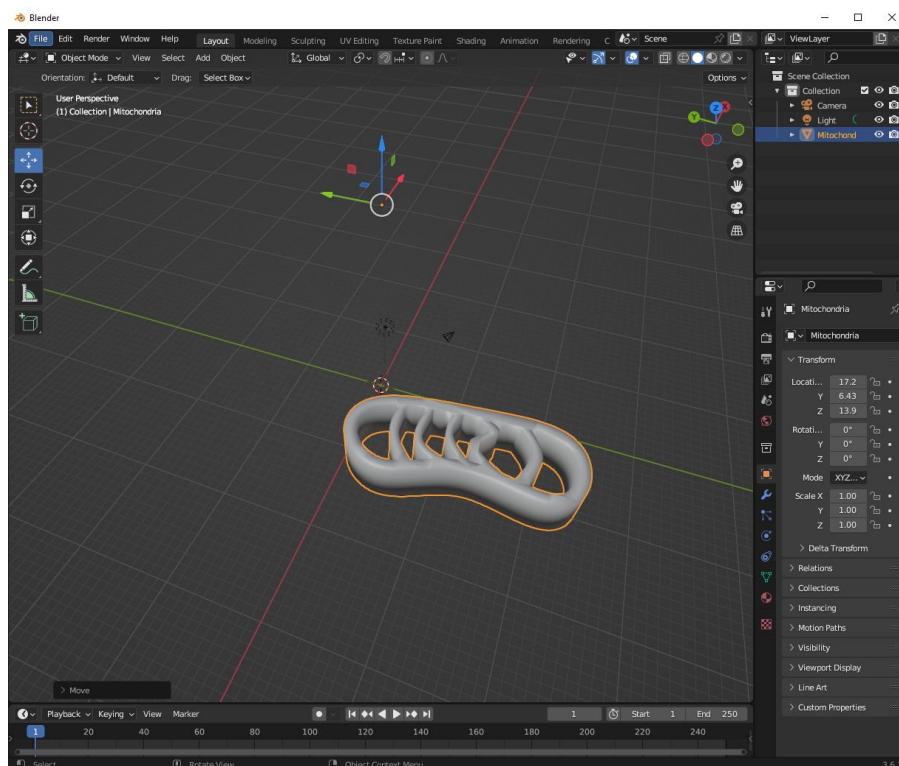
A modelagem 3D pode ser utilizada em diversas áreas como animação, cinema, jogos, mas também pode se destacar na educação, sendo utilizada na criação de recursos digitais inovadores.

Um modelo 3D permite que um aluno interaja com os elementos facilitando a compreensão, além de poder criar seus próprios modelos estimulando sua criatividade e pensamento crítico. Modelos impressos em 3D podem ajudar alunos com deficiência visual a compreender melhor os conceitos apresentados em aula, promovendo a inclusão em sala de aula.

Existem diversas ferramentas gratuitas de modelagem 3D que ajudam a democratizar o acesso a esta tecnologia, isso permite que professores e estudantes se beneficiem e explorem a criação de objetos tridimensionais. Durante a pesquisa dois softwares se destacaram para o uso na modelagem 3D:

**Blender:** Um software gratuito de código aberto e multiplataforma, que oferece recursos profissionais na criação de conteúdo 3D, desde modelagem, animação, renderização e edição.

Figura 1 - Tela do software Blender



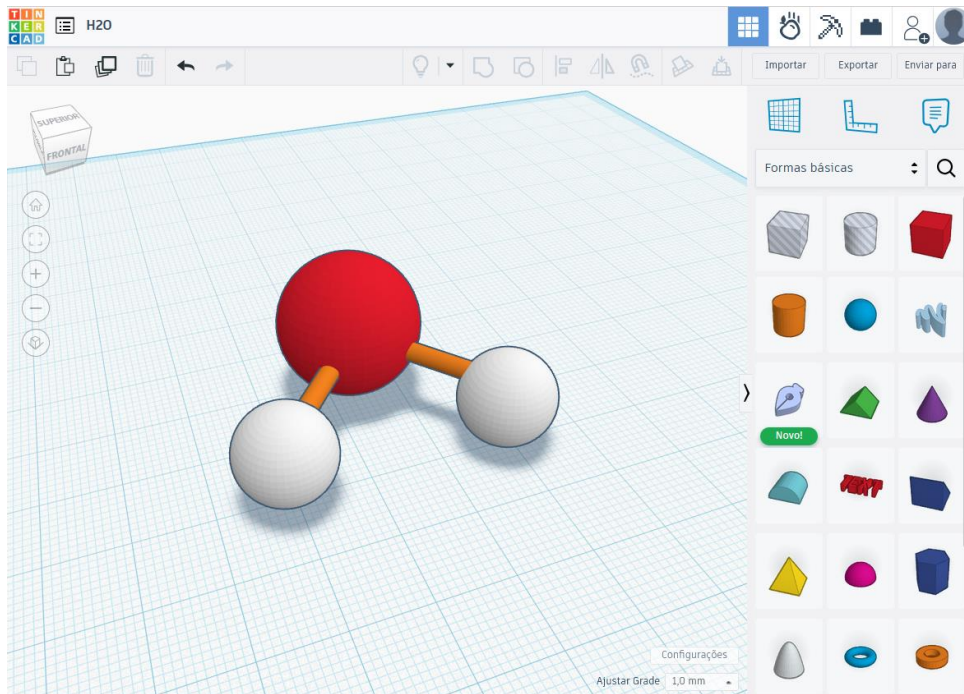
Fonte: De autoria própria.

Depois de pronto o modelo 3D, pode ser exportado em um formato de arquivo .STL que vai ser compreendido pelos softwares que preparam a impressão 3D.

O Blender é uma ferramenta poderosa, mas que pode exigir conhecimentos mais avançados para que seja operado, na internet é possível achar diversas aulas e tutoriais ensinando a operar este software.

Tinkercad: Pensando em uma plataforma intuitiva e fácil de utilizar, temos o tinkercad, da empresa Autodesk, O Tinkercad é um aplicativo web gratuito para projetos 3D e ideal para iniciantes, pois utiliza formas geométricas para a construção dos modelos com ferramentas fáceis de utilizar.

Figura 2 - Molécula de H<sub>2</sub>O feita no Tinkercad,



Fonte: De autoria própria.

Assim como o Blender, o Tinkercad também possibilita a exportação de arquivos no formato .STL para impressão em 3D.

Inicialmente se propôs a modelagem 3D dos elementos, no entanto, como envolve conhecimento de técnicas específicas para tal, que demandariam tempo de aprendizagem da ferramenta, além do tempo necessário para a modelagem propriamente dita. Optou-se, então, por verificar alternativas existentes, ou seja, se havia modelos prontos que atendessem às demandas do projeto e que pudessem ser impressos e testados dentro do prazo disponível para o trabalho.

Diante do acima exposto, o presente trabalho busca aprofundar os estudos sobre a utilização de modelos didáticos no ensino de ciências biológicas/biologia em particular, analisando as potencialidades de recursos tridimensionais produzidos em impressoras 3D aplicados a alunos do ensino médio.

## 2. OBJETIVOS

### Geral

Promover aportes teóricos e práticos para a elaboração e construção de recursos didáticos diferenciados e inclusivos visando o ensino de biologia no ensino médio, a partir da utilização de tecnologias de modelagem 3D a fim de potencializar as relações aluno/professor e ensino/aprendizagem.

### Específicos

- Produzir materiais didáticos acessíveis e de baixo custo, na área da Biologia, com objetivo do melhoramento da aprendizagem dos alunos da EJA.
- Definir os tipos de materiais que serão construídos.
- Elaborar um plano de construção; à elaboração de esboços.
- Submeter o projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – CEP IFRS.
- Avaliação dos modelos didáticos 3D preliminares com auxílio de questionário que será aplicado na turma EJA-EPT do IFRS - campus Porto Alegre.
- Avaliação dos resultados da avaliação dos modelos didáticos 3D
- Construção dos modelos didáticos 3D finais.
- Devolutiva aos participantes por meio de apresentação dos modelos didáticos 3D finais.
- Finalização e Apresentação do TCC.

## 3. METODOLOGIA

Este trabalho de conclusão foi realizado com base numa pesquisa. A pesquisa, de natureza aplicada e exploratória, busca investigar o potencial da impressão 3D como ferramenta pedagógica no ensino de Ciências Biológicas, com o intuito de superar desafios como a abstração de conceitos complexos, a escassez de recursos didáticos adequados e a dificuldade de engajamento discente. Adotando uma abordagem qualitativa, o estudo utilizará como principal procedimento metodológico a pesquisa bibliográfica, fundamentada em revisão sistemática de literatura, para analisar como a tecnologia de impressão 3D pode contribuir para o desenvolvimento de modelos didáticos interativos e personalizados, capazes de tornar o aprendizado mais concreto, sensorial e significativo.

A proposta metodológica, detalhada na Tabela 1, estrutura-se em três eixos principais: (1) pesquisa bibliográfica, para mapeamento do conhecimento científico existente; (2) pesquisa documental, para análise de diretrizes curriculares e materiais educativos; e (3) pesquisa de campo, envolvendo a construção, validação e aplicação de modelos 3D com alunos da EJA-EPT (Educação de Jovens e Adultos integrada à Educação Profissional e Tecnológica). A análise dos dados seguirá os princípios da análise de conteúdo (Bardin, 2016), visando identificar padrões e categorias que demonstrem a eficácia da impressão 3D como recurso didático.

Tabela 1 - Procedimentos metodológicos da pesquisa

<b>PROCEDIMENTO METODOLÓGICO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>PESQUISA BIBLIOGRÁFICA</b>	Revisão sistemática em bases como Google Acadêmico, SciELO e Portal CAPES, utilizando palavras-chave como " <i>ensino de biologia</i> ", " <i>modelos didáticos</i> " e " <i>impressão 3D</i> ". Método Revisão da Literatura (Botelho et al., 2011), seguindo etapas como identificação do tema, critérios de inclusão/exclusão, categorização e síntese do conhecimento (Mendes et al., 2008).
<b>PESQUISA DOCUMENTAL</b>	Análise de documentos curriculares da EJA-EPT e diretrizes do Ensino de Biologia para alinhar os modelos 3D às competências exigidas. Inclui também a revisão de projetos pedagógicos e materiais didáticos existentes.
<b>PESQUISA DE CAMPO</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Escolha do local, turma onde será realizada a pesquisa e o tema que será desenvolvido a fim de elaborar os protótipos preliminares com auxílio do professor da disciplina de Biologia I.</li> <li>2. Construção de protótipos preliminares dos modelos didáticos: seleção de tópicos de Biologia, (impressora Ender 3 V2, filamento PLA) e prototipagem.</li> <li>3. Submissão e aguardo da aprovação do projeto de pesquisa pelo CEP-IFRS.</li> <li>4. Após a aprovação do projeto pelo CEP-IFRS, será realizado encontro presencial com a turma de 11 (onze) estudantes do componente curricular de Biologia da EJA/EPT ofertado pelo campus - Porto Alegre para apresentação da proposta e convite para que os estudantes participem da pesquisa. Na sequência será explicada a pesquisa a ser realizada, após será entregue e</li> </ol>

	<p>assinado o TCLE (ANEXO I). Em continuidade, será realizado a aplicação do Mapeamento dos conhecimentos prévios dos estudantes (ANEXO II) para verificação dos conhecimentos prévios dos participantes sobre o tema. A seguir será entregue a cópia impressa do questionário I (ANEXO III) juntamente com os protótipos, a fim de realizar a etapa de avaliação dos protótipos preliminares dos modelos didáticos com auxílio do questionário I de avaliação dos materiais didáticos.</p> <p>5. Sistematização dos dados produzidos a partir do questionário I para verificação de adequações que deverão ser realizadas na construção dos protótipos de modelos didáticos finais.</p> <p>6. Construção de protótipos finais dos modelos didáticos; (impressora Ender 3 V2, filamento PLA) e prototipagem.</p> <p>7. Encontro presencial com os participantes com a devolutiva da pesquisa e apresentação dos protótipos de modelos didáticos finais. Para tanto será disponibilizado um questionário II (ANEXO IV) impresso a ser preenchido pelos estudantes para verificação se os mesmos atenderam as solicitações de adequação dos participantes da pesquisa.</p>
ANÁLISE DE DADOS	<p>Categorização conforme Bardin (2016), com foco na elaboração dos modelos/materiais didáticos com o tema abordado com uso de questionários de avaliação <i>in-loco</i> e critérios pré-definidos. Interpretação qualitativa dos resultados dos questionários e adequação dos modelos às necessidades pedagógicas.</p>

Fonte: De autoria própria.

Ao aliar **tecnologia, inovação e educação**, este projeto não apenas explora soluções para problemas pedagógicos, mas também propõe um **modelo replicável** de produção de materiais acessíveis, contribuindo para a modernização do ensino de Biologia.

### 3.1 Universo da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida com alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) integrada à Educação Profissional e Tecnológica (EJA-EPT), turma do curso Técnico em Administração, curso noturno, com alunos maiores de 18 anos, na disciplina de Biologia,

perfazendo em torno de 15 participantes. Antes do início da atividade foram apresentados os objetivos da pesquisa e tomado os consentimentos por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) de forma impressa (Apêndice A).

Tabela 2 - Universo da pesquisa

UNIVERSO DA PESQUISA	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	Etapas e forma de participação:
11 estudantes do Curso Técnico em Administração - EJA/EPT ofertado pelo campus POA do IFRS	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Manifestar interesse em participar da pesquisa preenchendo o TCLE.</li> <li>. Ter idade de 18 anos ou mais.</li> <li>. Estar frequentando regularmente o Curso Técnico em Administração - EJA/EPT ofertado pelo campus POA do IFRS.</li> <li>. Estar matriculado no componente curricular de Biologia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Não ter interesse em participar da pesquisa ou recusar a preencher o TCLE.</li> <li>. Ter idade inferior a 18 anos.</li> <li>. Não estar frequentando o Curso Técnico em Administração - EJA/EPT ofertado pelo campus POA do IFRS.</li> <li>. Não estar matriculado no componente curricular de Biologia.</li> </ul>	<p>Os estudantes que preencherem os requisitos participaram, por adesão voluntária das seguintes etapas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Mapeamento de conhecimentos prévios: participação em encontro presencial no componente curricular de Biologia, no qual farão o preenchimento de questionário a ser disponibilizado de forma impressa pelo pesquisador.</li> <li>. Devolutiva da pesquisa e avaliação dos protótipos dos modelos didáticos em 3 D: participação em encontro presencial no componente curricular de Biologia, no qual farão o preenchimento de questionário a ser disponibilizado de forma impressa pelo pesquisador.</li> </ul>

Fonte: De autoria própria.

O estudo está em consonância com as habilidades e competências previstas para esta etapa do Ensino de Biologia. Em virtude disso, não irá comprometer os estudantes em relação aos conteúdos, habilidades e competências previstos para esta etapa do Ensino Médio.

### 3.2 Aspectos éticos

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) e foi iniciado após sua aprovação. Dessa maneira apresentamos os riscos, benefícios e as medidas de proteção ao risco.

#### Riscos:

Este estudo apresenta um risco mínimo, como desconforto, cansaço ao responder às perguntas ou outro motivo que possa surgir durante a realização das atividades propostas. Caso isso ocorra, o participante poderá a qualquer momento desistir de responder às questões. Além disso, diante de qualquer tipo de questionamento ou dúvida o participante poderá realizar o contato imediato com um dos pesquisadores responsáveis pelo estudo que fornecerá os esclarecimentos necessários.

Adicionalmente, em caso de ser identificado algum sinal de constrangimento ou desconforto psicológico pela participação na pesquisa, a pesquisadora compromete-se em orientar e encaminhar a(s) participante(s) para os profissionais especializados na área junto ao serviço de assistência estudantil disponível no IFRS - Campus Porto Alegre. Os participantes terão a garantia de receber esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderão ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. A participação nesta pesquisa não é obrigatória e as participantes poderão desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento.

#### Benefícios:

Os benefícios esperados aos participantes da pesquisa com auxílio de alunos EJA-EPT serão que os materiais didáticos produzidos em 3D, possam contribuir e facilitar o aprendizado relacionado a teoria e a prática do conteúdo de biologia que será desenvolvido em sala de aula.

Espera-se com essa pesquisa disponibilizar os materiais didáticos produzidos aos professores e alunos da Graduação em Licenciatura em Ciências da Natureza: Biologia e Química (LCN), a fim de que os mesmos possam utilizar por exemplo: em todas disciplinas do campus que ministram Biologia, estágios e projetos de ensino como PIBID e PET entre outros.

Os prováveis problemas na pesquisa podem ser: disponibilidade e disposição dos estudantes em participar da pesquisa, visto que podemos ter ausência dos mesmos no dia da

avaliação dos modelos didáticos. Atrasos com relação a impressão dos modelos 3D, visto que será utilizado o POA-LAB, ambiente de aprendizagem, onde há circulação de muitos usuários e projetos sendo desenvolvidos ao mesmo tempo, além de possíveis problemas com relação ao uso e manutenção das impressoras 3D.

Como devolutiva aos participantes da pesquisa, alunos EJA-EPT espera-se que os materiais didáticos produzidos em 3D possam contribuir e facilitar o aprendizado da teoria e a prática do conteúdo de biologia que será desenvolvido em sala de aula. Dessa maneira, será realizado um encontro presencial final no componente curricular de Biologia, onde serão apresentados os modelos didáticos 3D finais.

Outra devolutiva será que materiais didáticos 3D finais serão disponibilizados aos professores e alunos da Graduação em Licenciatura em Ciências da Natureza: Biologia e Química, a fim de que os mesmos possam utilizar os mesmos por exemplo: em todas disciplinas de biologia, estágios e projetos de ensino como PIBID e PET entre outros.

#### 4. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Tabela 3 - Cronograma de execução

<b>Identificação das Etapas</b>	<b>Início</b>	<b>Término</b>
Revisão Bibliográfica	01/09/2024	01/06/2025
Definição da Área de Foco e Tipos de Recursos Didáticos	01/11/2024	17/12/2024
Escrita do projeto ao CEP	01/03/2025	11/04/2025
Elaboração e Construção dos modelos didáticos 3D preliminares.	01/04/2025	30/04/2025
Submissão do projeto ao CEP	14/04/2025	18/04/2025
Aprovação do projeto ao CEP	25/04/2025	29/04/2025
Mapeamento dos conhecimentos prévios e avaliação dos modelos didáticos 3D preliminares.	05/05/2025	09/05/2025
Avaliação dos resultados do questionário I, juntamente com o mapeamento de conhecimentos prévios.	10/05/2025	18/05/2025
Elaboração e Construção dos modelos didáticos 3D finais	19/05/2025	25/05/2025
Devolutiva aos participantes com a apresentação dos modelos 3D finais.	26/05/2025	30/05/2025
Escrita dos resultados, finalização, e apresentação do TCC	30/05/2025	16/06/2025

Fonte: De autoria própria.

## 5. RESULTADOS

Para a criação dos modelos didáticos concretos tridimensionais neste projeto, foram escolhidos os modelos de células animal e vegetal, devido a sua representatividade dentro do ensino de biologia, sendo a unidade básica e fundamental dos seres vivos, e por possuir tamanhos microscópicos, sendo a menor estrutura que pode ser considerada viva.

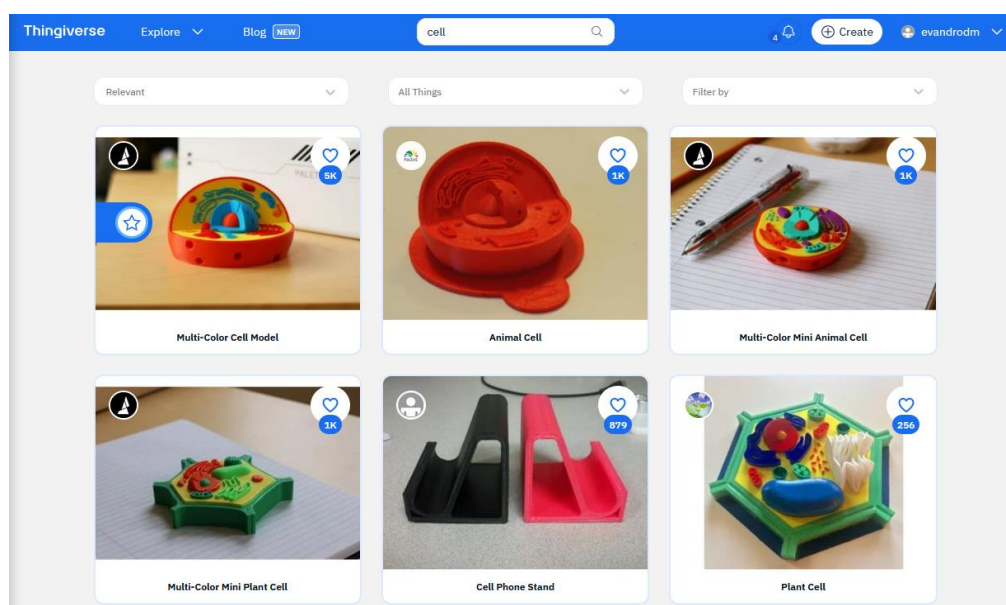
### 5.1 Utilizando modelos 3D compartilhados na internet

A modelagem 3D pode demandar tempo e conhecimentos técnicos, que por vezes alunos e professores não dispõe, nestes casos pode se optar por websites dedicados a compartilhar modelos prontos em 3D, desenvolvidos por outros usuários e disponibilizados gratuitamente ou para venda, estes modelos já vêm prontos para uso, variando de objetos para decoração, peças, brinquedos e até mesmo materiais didáticos, bastando que o usuário faça o download do arquivo e prepare para a impressão.

Existe uma infinidade de websites fornecendo modelos 3D prontos. O próprio Tinkercad citado anteriormente possui uma diversidade de projetos feitos pela própria comunidade e divididos em várias áreas de conhecimento como ciências, matemática, engenharia etc.

Um outro website muito utilizado é o Thingiverse que possui uma infinidade de modelos disponíveis de forma gratuita, é possível encontrar modelos para todo tipo de área.

Figura 3 - Exemplo de pesquisa por célula no website Thingiverse

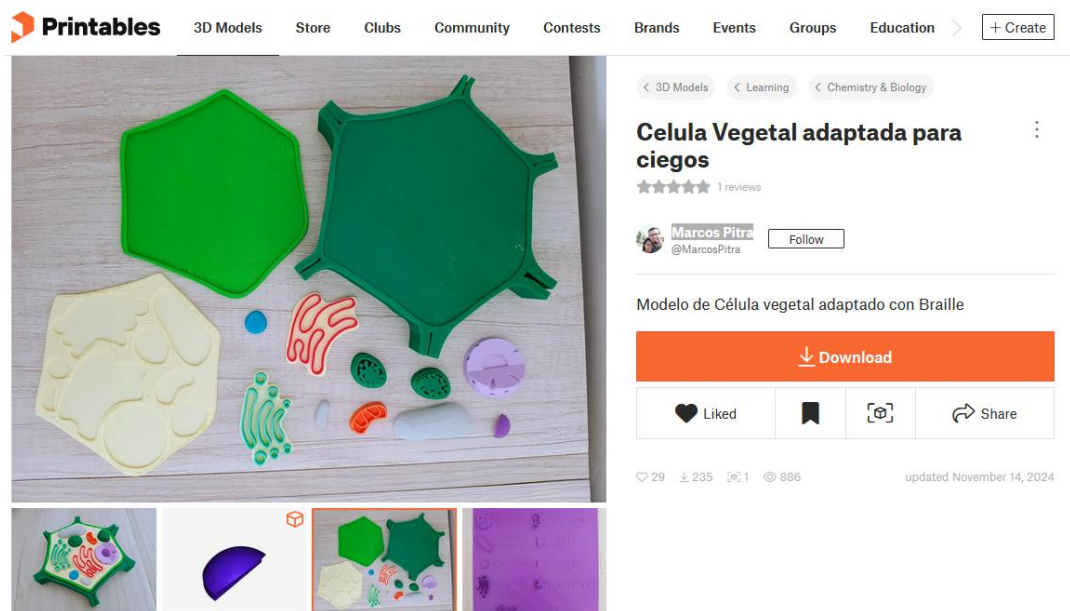


Fonte: De autoria própria.

Um detalhe interessante desses websites é que eles funcionam como uma espécie de rede social, é possível comentar, postar fotos dos projetos impressos e até mesmo fazer alterações nos modelos, ou seja, melhorar alguma funcionalidade e postar como um remix do modelo original.

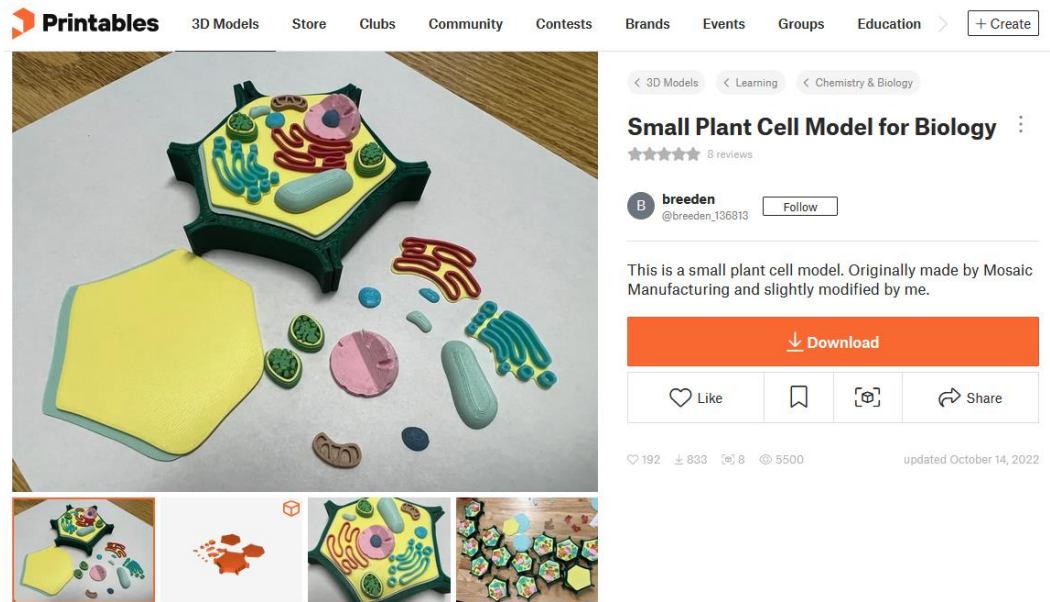
Dentro da proposta do projeto, foi feita a pesquisa de células animal e vegetal para o ensino de citologia, entre os diversos modelos encontrados se destacou o modelo intitulado “Célula Vegetal adaptada para cegos” no website Printables, criada pelo usuário Marcos Pitra e adaptada por ele de um outro modelo já existente no website. O modelo original possuía as organelas fixas no modelo e com esta adaptação elas se tornaram de encaixe, como um quebra cabeça, facilitando a manipulação de todos os elementos, além de incluir placas em braille que facilitam a educação inclusiva

Figura 4 - Modelo de célula vegetal adaptada pelo usuário Marcos Pitra



Fonte: De autoria própria.

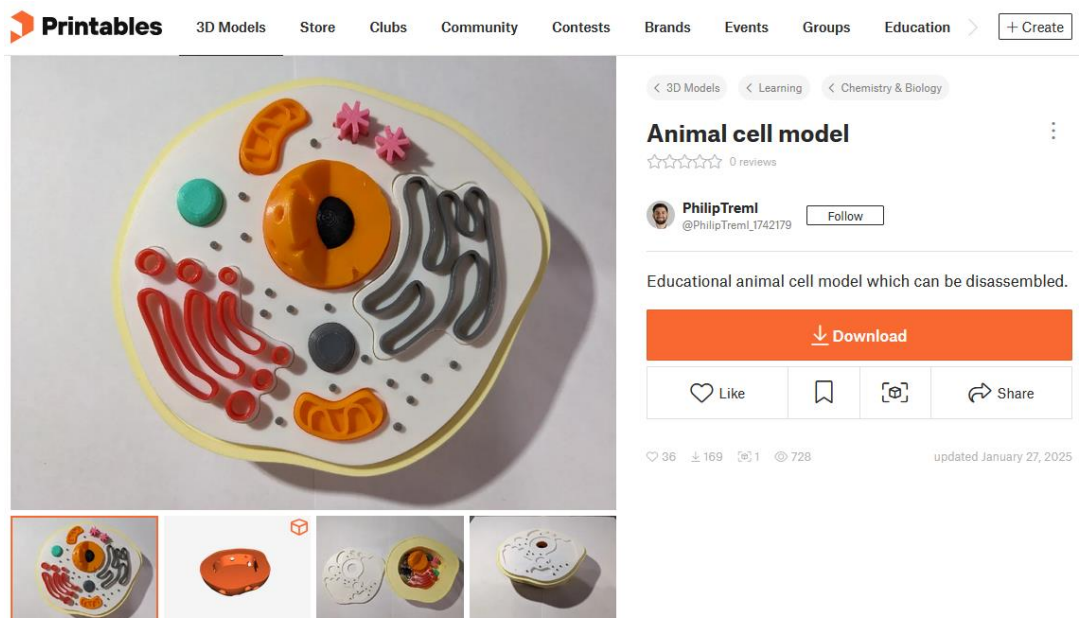
Figura 5 - Modelo de célula vegetal original



Fonte: O autor

Da mesma forma ocorreu com a célula animal, utilizando o website Printables, o usuário PhilipTrem1 inspirado pela célula vegetal de Marcos Pitra criou uma célula animal nos mesmos moldes, utilizando um modelo de célula que possuía peças fixas, criou um novo modelo em que os elementos são encaixados, além de adicionar ribossomos, elementos presentes nas células, mas que não estavam representados nos modelos.

Figura 6 - Modelo de célula animal adaptada pelo usuário PhilipTrem1



Fonte: De autoria própria.

Todos estes modelos possuem licença Creative Commons, que permitem seu acesso gratuito e reutilização por terceiros

Após a escolha dos modelos que seriam utilizados no projeto, o próximo passo foi a impressão.

## 5.2 A Escolha do método de impressão

Para o uso da impressão 3D foi preciso pensar nos aspectos técnicos que envolvem esta tecnologia, qual técnica escolher e o tipo de material utilizado na impressão.

Custo e praticidade foram fatores chaves para a escolha de uma impressora de filamento (FDM), em relação às impressoras de resina, as de filamento são geralmente mais acessíveis em termos de custo inicial. Elas são mais comuns e amplamente disponíveis no mercado, o que contribui para preços mais competitivos. O custo de manutenção, também é relativamente baixo, pois os componentes são mais simples e fáceis de substituir. Uma impressora de resina, apesar de apresentar maior precisão na impressão, o custo com material é maior, e possui várias etapas posteriores, diferente da impressora de filamento que o modelo impresso vai sair praticamente pronto.

No projeto foram utilizadas duas impressoras, a Ender 3 v2, da empresa Creality, é impressora que possui um ótimo custo benefício, sendo considerada uma impressora de entrada, para quem está iniciando na impressão 3D, segundo o próprio fabricante, ela é fácil de montar e operar, possui o tamanho de 47x47x62cm, uma área de impressão de 22x22x25cm, e peso de 7,8Kg.

Devido a problemas técnicos a impressora foi substituída por um modelo mais avançado a Ender 3 V3 KE que possui o tamanho de 50X40X28cm e área de impressão de 22x22x24cm além de ser mais rápida e possuir mais recursos. Ambas as impressoras utilizadas são de propriedade do autor.

No IFRS Porto Alegre a comunidade acadêmica tem a disposição o Poa-Lab, que é um laboratório de fabricação digital sediado no Campus como um projeto de extensão, no Poa-Lab temos acesso a diversos equipamentos como cortadora laser, plotter e impressoras 3D. Caso ocorresse algum problema com as impressoras utilizadas no projeto, seria possível dar continuidade utilizando as máquinas disponíveis no Poa-Lab.

### 5.3 A Escolha do tipo de filamento

Os materiais PLA, ABS, PETG e TPU são amplamente utilizados na impressão 3D por extrusão, segue uma descrição de cada material:

PLA (Ácido Polilático): O PLA é Biodegradável, fácil de imprimir, baixa deformação, boa resistência mecânica, mas sensível à umidade e temperatura

ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno): O ABS oferece alta resistência mecânica, boa resistência térmica, mas pode deformar-se durante a impressão, sendo recomendado uma impressora fechada.

PETG (Polietileno Tereftalato Glicol): Resistência à água, boa resistência mecânica e flexibilidade, além de ser mais resistente ao impacto do que o PLA;

TPU (Polímero de Poliuretano Termoplástico): Alta flexibilidade e resistência ao impacto, além de ser mais elástico do que os outros materiais mencionados

O filamento é normalmente comercializado no formato de um rolo de 1Kg, destes materiais citados, os mais utilizados em impressão 3D são o ABS e PLA.

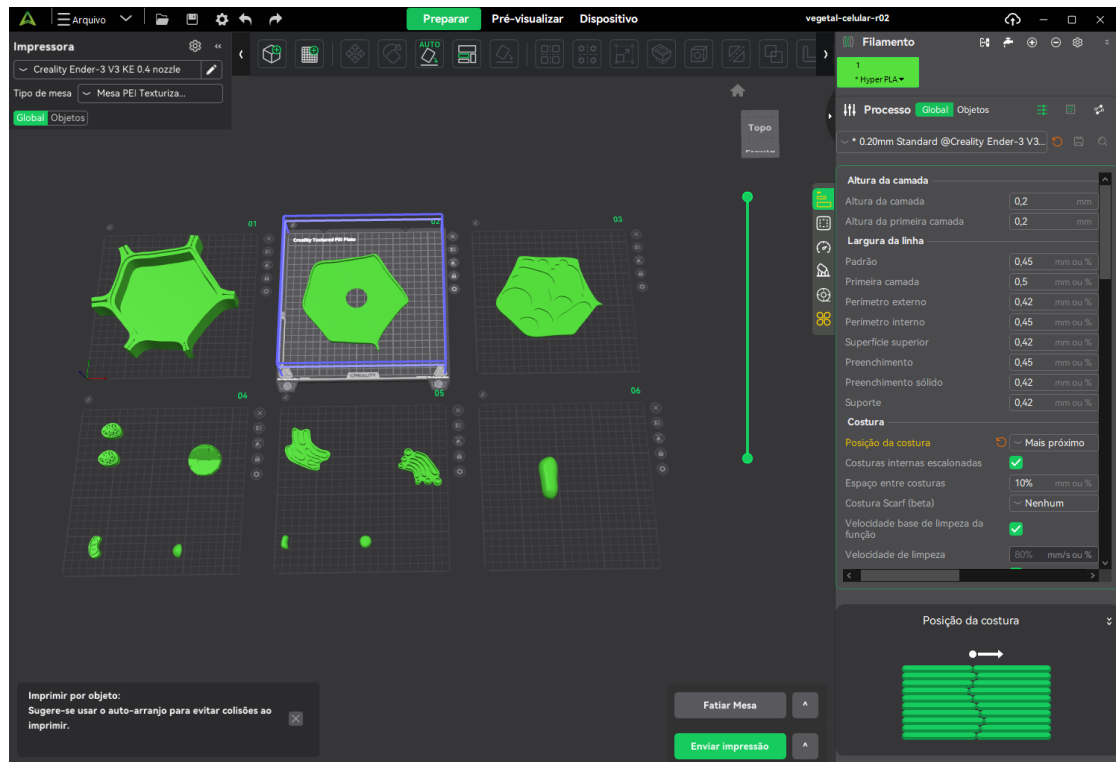
Para modelos didáticos, o PLA é frequentemente a escolha preferida devido à sua facilidade de uso, custo acessível e propriedades adequadas para a maioria das aplicações educacionais. O ABS, apesar de ter uma resistência mecânica maior, sua dificuldade de impressão pode ser um desafio, onde a simplicidade e a rapidez são importantes.

### 5.4 Preparação e impressão

Antes da impressão é necessária uma preparação do arquivo escolhido, o enviando para um software de fatiamento onde este arquivo do modelo 3D (.STL) será convertido em instruções (G-code), para que a impressora possa construir o objeto camada por camada. Nesta etapa de “fatiamento” do modelo em camadas, também é possível definir diversos parâmetros de impressão, como por exemplo altura das camadas, preenchimento, velocidade e temperatura.

Existem diversos softwares gratuitos para fatiamento, o mais utilizados são o Ultimaker Cura, Orca Slicer, Prusa slicer, e as próprias fabricantes de impressoras 3D disponibilizam softwares para ser usados com suas impressoras, como o Creality Print da fabricante Creality, utilizado neste projeto.

Figura 7 - Tela do software de fatiamento Creality Print



Fonte: De autoria própria.

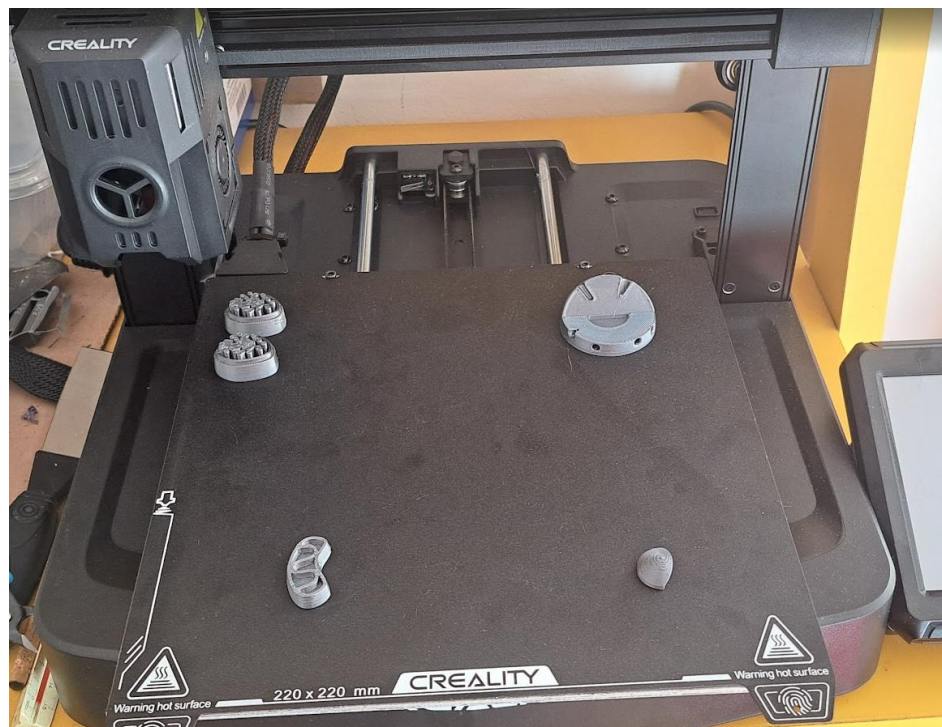
O modelo preliminar da célula vegetal possui 13 partes de tamanhos variados, para a impressão, as peças foram separadas em 6 mesas de impressão, cada mesa representa uma impressão, totalizando ao final um tempo total de 5h13min de impressão, pesando 172g e tendo um custo aproximado de R\$17,00 de filamento, considerando uma bobina de 1kg de filamento ao custo de R\$100,00 aproximadamente. Todas estas informações são geradas pelo software no momento do fatiamento.

Figura 8 - Representação da parede celular no momento da impressão 3D



Fonte: De autoria própria.

Figura 9 - Representação das organelas da célula vegetal produzidos com impressão 3D



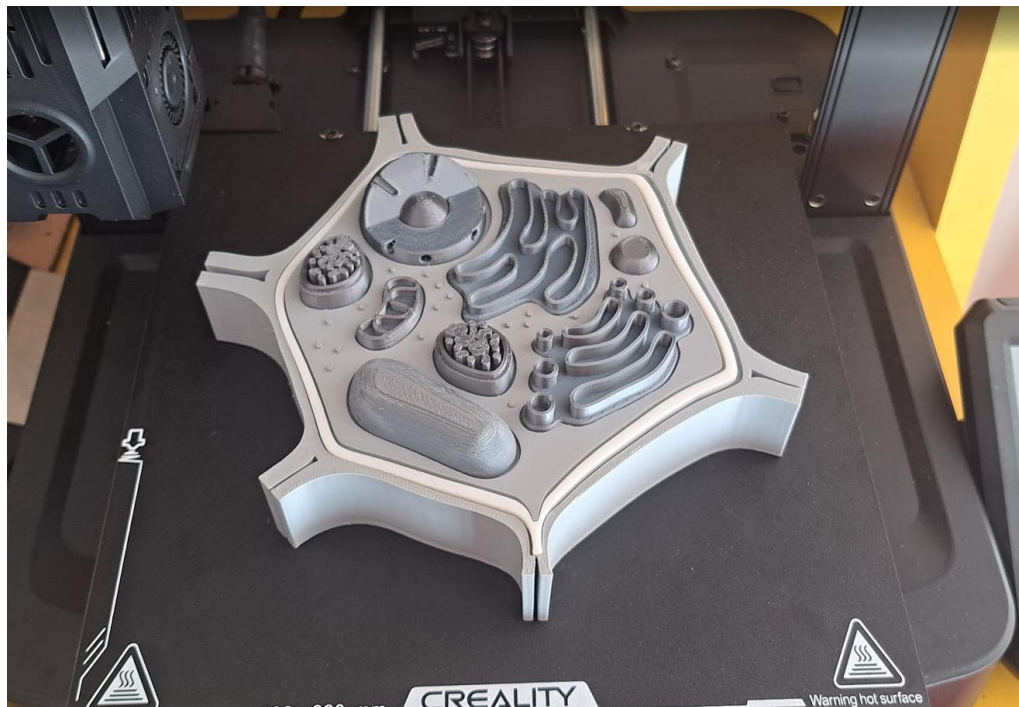
Fonte: De autoria própria.

Figura 10 - Representação de treze partes que formam a célula vegetal produzidos com impressão 3D



Fonte: De autoria própria.

Figura 11 – Representação do modelo preliminar de célula vegetal utilizando impressora 3D

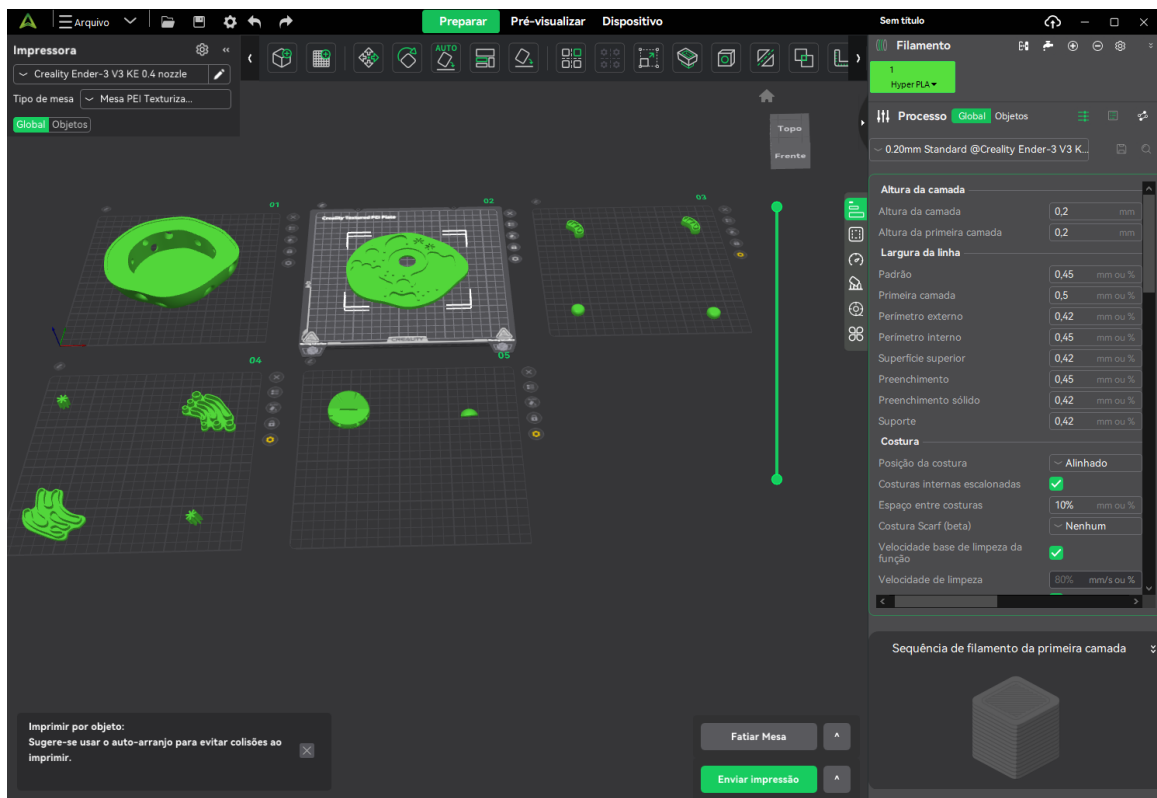


Fonte: De autoria própria.

O modelo preliminar ficou com o tamanho de 19cmX17,5cm e as alterações de cores vistas na imagem se deram pelo fato do filamento ter sido trocado durante a impressão pois estava terminando.

Para o modelo preliminar da célula animal a impressão foi separada em 5 mesas, o modelo possui 12 partes de tamanhos variados.

Figura 12 - Tela do software de fatiamento Creahty Print



Fonte: De autoria própria.

A estimativa de tempo de impressão foi de 4 horas 7 minutos, com o modelo pesando 136g e custando aproximadamente R\$13,60 de filamento. Ambos os modelos de célula foram impressos na escala de 100% ou seja, o tamanho original em que elas foram modeladas em 3D

Figura 13 - Representação da membrana celular produzidos com impressão 3D



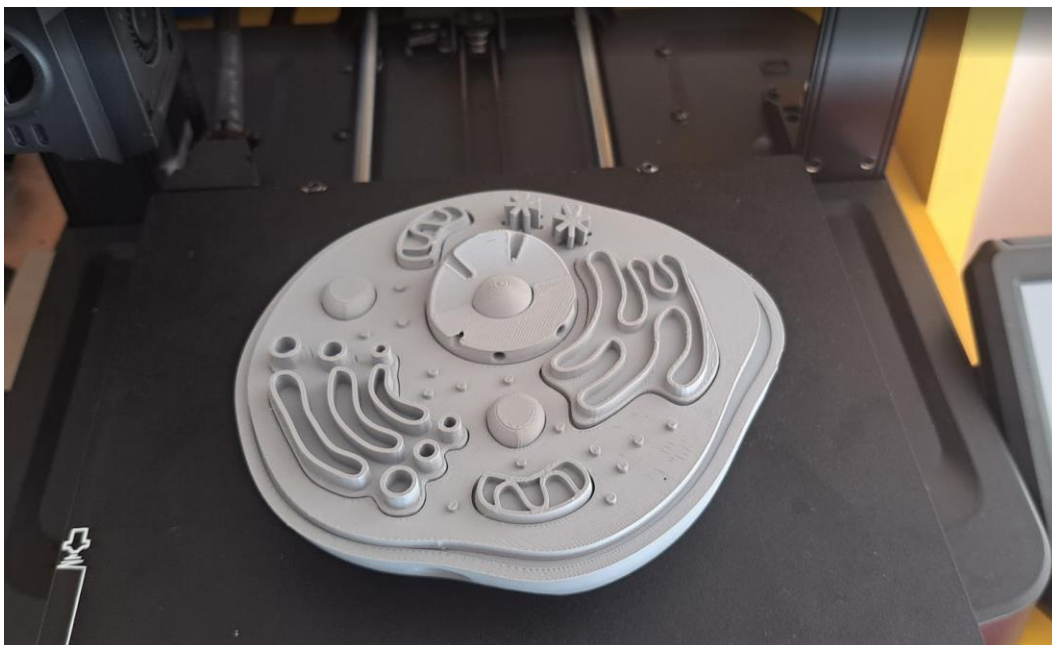
Fonte: De autoria própria.

Figura 14 - Representação de doze partes que formam a célula animal produzidos com impressão 3D



Fonte: De autoria própria.

Figura 15 - Modelo preliminar de célula animal utilizando impressora 3D



Fonte: De autoria própria.

O modelo preliminar ficou com o tamanho de 15cmX14cm.

### 5.5 Avaliação dos modelos didáticos

Para a avaliação dos modelos didáticos produzidos com impressão 3D tivemos como participantes da pesquisa a turma de alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) integrada à Educação Profissional e Tecnológica (EJA-EPT) do IFRS campus Porto Alegre.

Estiveram presentes no dia quatro alunos para avaliação dos modelos, dos onze alunos que inicialmente tivemos previstos. Primeiramente, foi entregue um questionário para que fosse feito um mapeamento dos conhecimentos prévios (anexo:02) com perguntas relacionadas a células e suas organelas. Neste momento, foi orientado que os alunos não pesquisassem a fim de responder às questões.

Em geral as respostas apresentaram alguns conceitos semelhantes, todos souberam responder sobre o tamanho das células, concordando que não é possível de enxergar sem equipamento adequado, e que são importantes mesmo sem conseguir explicar sua função. Também acertaram que as células animais e vegetais são diferentes, mas não souberam responder o que as diferenciava. Alguns confundiram células procariontes com eucariontes e não souberam explicar sobre as suas organelas.

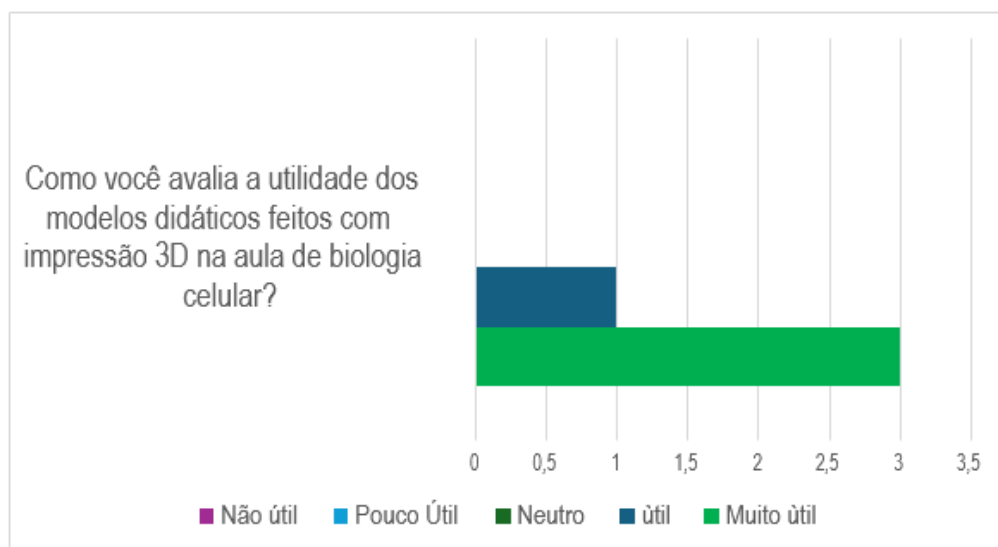
Após o término do questionário foi dada uma aula sobre células, utilizando uma apresentação de slides e os modelos didáticos impressos com impressora 3D. Na sequência cada

parte da célula animal e vegetal foi apresentada aos alunos, sua função foi explicada e a peça foi encaixada no modelo até ser completado, cada peça passava pelas mãos dos alunos enquanto foi explicada sua função para que eles pudessem manipular o objeto. Neste momento foi possível observar a interação dos alunos com os modelos, eles conseguiam perceber o que tinham errado no questionário de conhecimentos prévios, por exemplo, um aluno percebeu que colocou Parede celular na célula animal em vez da vegetal, um outro aluno questionava sobre a função de determinada organela que ele não havia colocado no questionário, em geral foi uma interação muito participativa entre os alunos.

Após as explicações sobre células utilizando os modelos didáticos para os alunos, foi aplicado um questionário de avaliação dos modelos, a fim de verificar a sua eficácia, possíveis melhorias e ajustes aos modelos.

As seguintes questões foram apresentadas aos alunos:

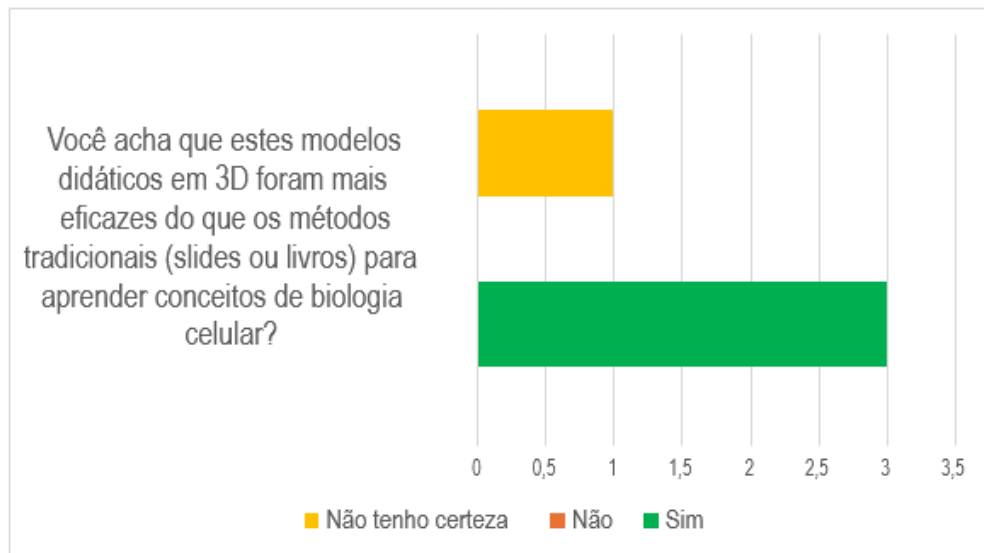
Gráfico 1 – Como você avalia a utilidade dos modelos didáticos feitos com impressão 3D na aula de biologia



Fonte: De autoria própria.

A percepção geral dos alunos foi extremamente positiva, avaliando os modelos como sendo úteis e muito úteis, sugerindo que os modelos podem ser vistos como uma ferramenta relevante para o aprendizado da biologia

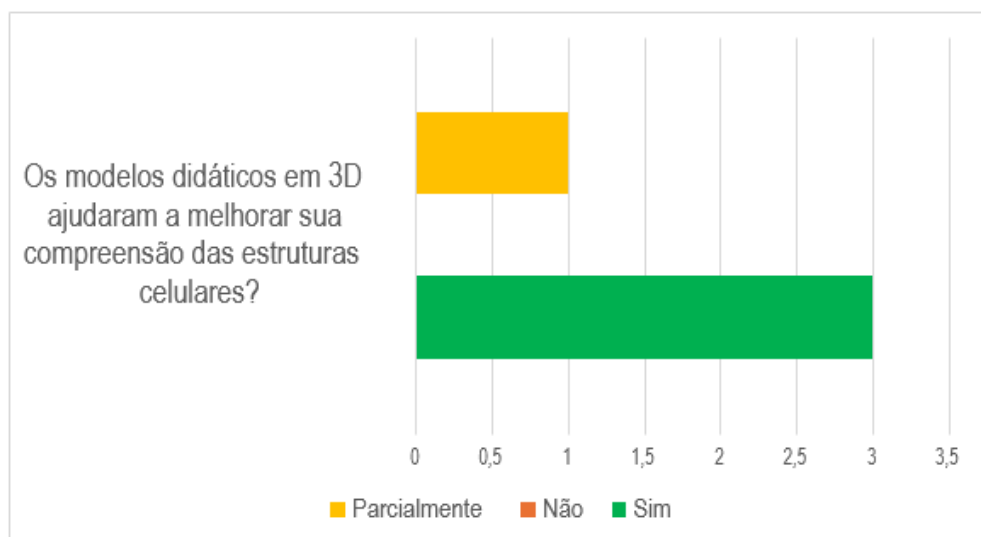
Gráfico 2 - Você acha que estes modelos didáticos em 3D são mais eficazes do que os métodos tradicionais (slides ou livros) para aprender conceitos de biologia celular?



Fonte: De autoria própria.

A maioria dos alunos acredita que os modelos 3D podem ser mais eficazes que métodos tradicionais, indicando que a experiência prática e visual proporcionada pelos modelos pode facilitar o entendimento dos conceitos apesar da dúvida de um participante.

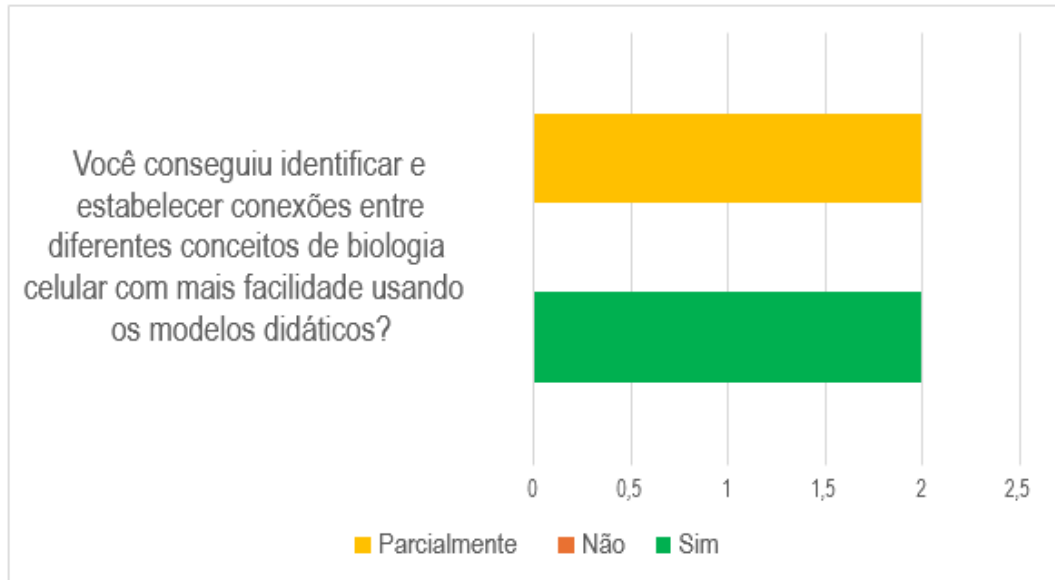
Gráfico 3 - Os modelos didáticos em 3D ajudaram a melhorar sua compreensão das estruturas celulares?



Fonte: De autoria própria.

Este resultado demonstra que os recursos visuais e táteis podem ser eficazes para o aprendizado de conceitos mais complexos.

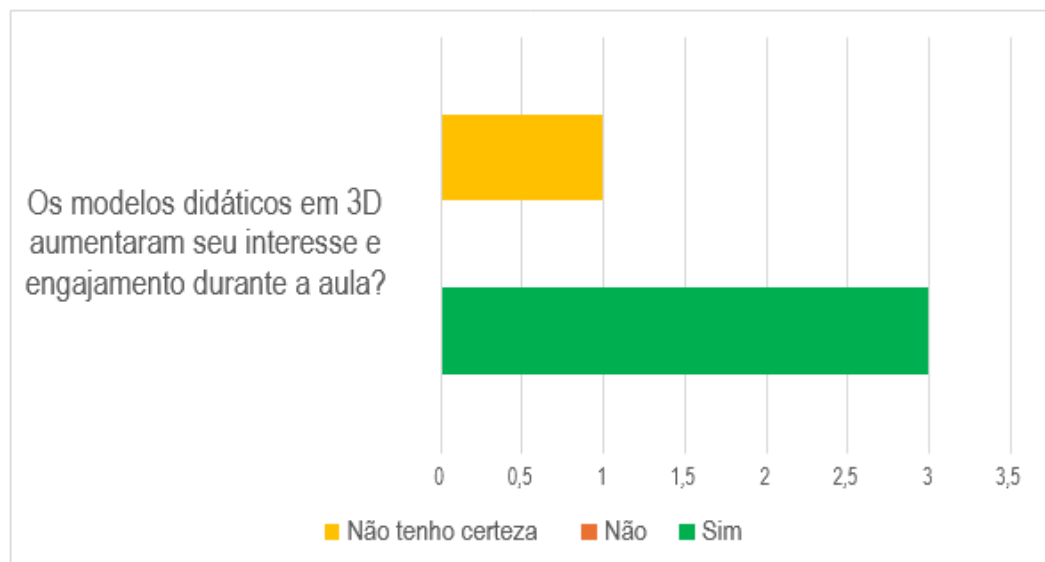
Gráfico 4 - Você conseguiu identificar e estabelecer conexões entre diferentes conceitos de biologia celular com mais facilidade usando os modelos didáticos?



Fonte: De autoria própria.

Metade dos alunos percebeu uma melhora na integração dos conceitos, enquanto a outra metade sentiu a melhora de forma parcial, sugerindo que os modelos tem potencial para promover essas conexões, mas talvez o tempo total da atividade pode ter sido limitado para uma assimilação completa e para que todos os estudantes pudessem explorar as conexões conceituais em sua totalidade.

Gráfico 5 - Os modelos didáticos em 3D aumentaram seu interesse e engajamento durante a aula?



Fonte: De autoria própria.

Os modelos 3D parecem ter um impacto positivo no engajamento da maioria dos alunos, tornando a aula mais atrativa, a dúvida de um aluno pode indicar que este engajamento varie conforme o perfil ou interesse prévio do estudante.

Ao final do questionário, havia um campo de sugestões sobre os modelos didáticos em 3D, para que eles possam ser posteriormente melhorados. Neste caso, um aluno elogiou dizendo que os modelos foram muito úteis e melhoraram o entendimento do conteúdo. Outros alunos citaram que os modelos poderiam ter cores diferentes para as facilitar a visualização e também poderiam ser maiores.

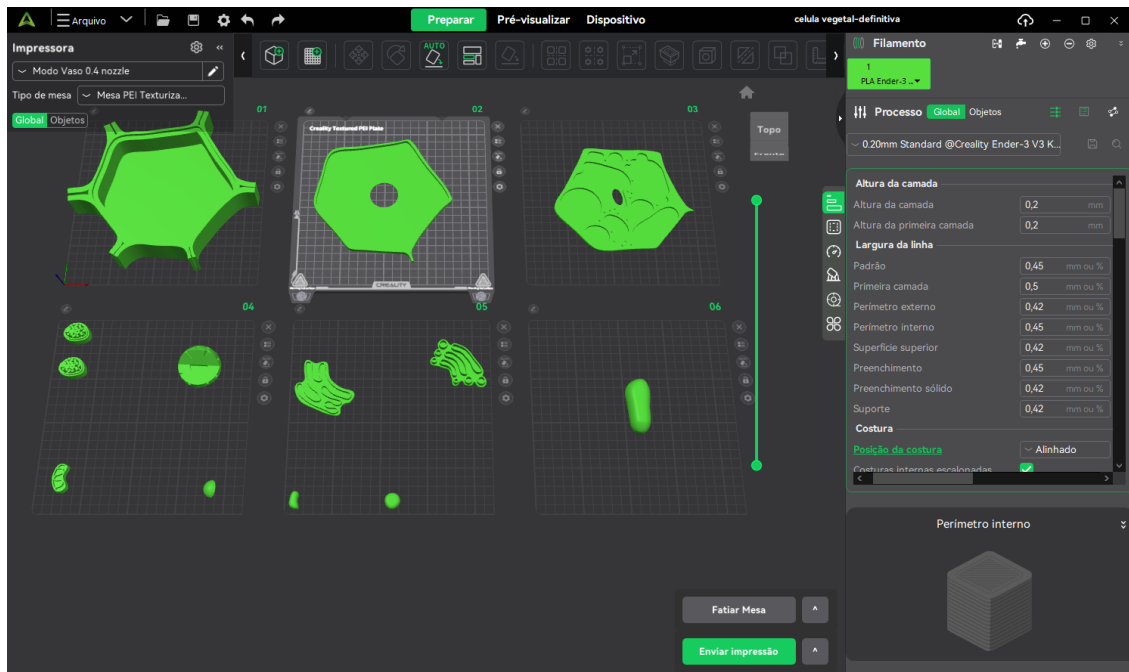
Os resultados do questionário evidenciam que a utilização de modelos didáticos impressos em 3D no ensino de Biologia Celular foi bem recebida pelos alunos da EJA-EPT, com avaliações predominantemente positivas quanto à utilidade e eficácia desses recursos em comparação aos métodos tradicionais, como slides e livros. A experiência prática com os modelos permitiu aos estudantes manipularem e visualizar as estruturas celulares de forma concreta, o que facilitou a compreensão de conceitos abstratos e complexos, conforme relatado tanto no questionário aplicado quanto em estudos similares da literatura, demonstrando potencial para tornar o ensino de biologia mais eficaz, podendo ser implementados aos métodos tradicionais.

### 5.6 Modelos finais

Para a produção dos modelos finais consideramos as sugestões dos alunos, primeiramente as células serão impressas em versões maiores, neste quesito o fator limitador é o tamanho da mesa de impressão da impressora 3D, que possui 22cmx22cm

Para a versão final da célula vegetal, ela foi aumentada para 21,5cmx19,5cm e levou cerca de 8 horas de impressão com um peso de 205g e um custo de filamento de aproximadamente R\$22,00.

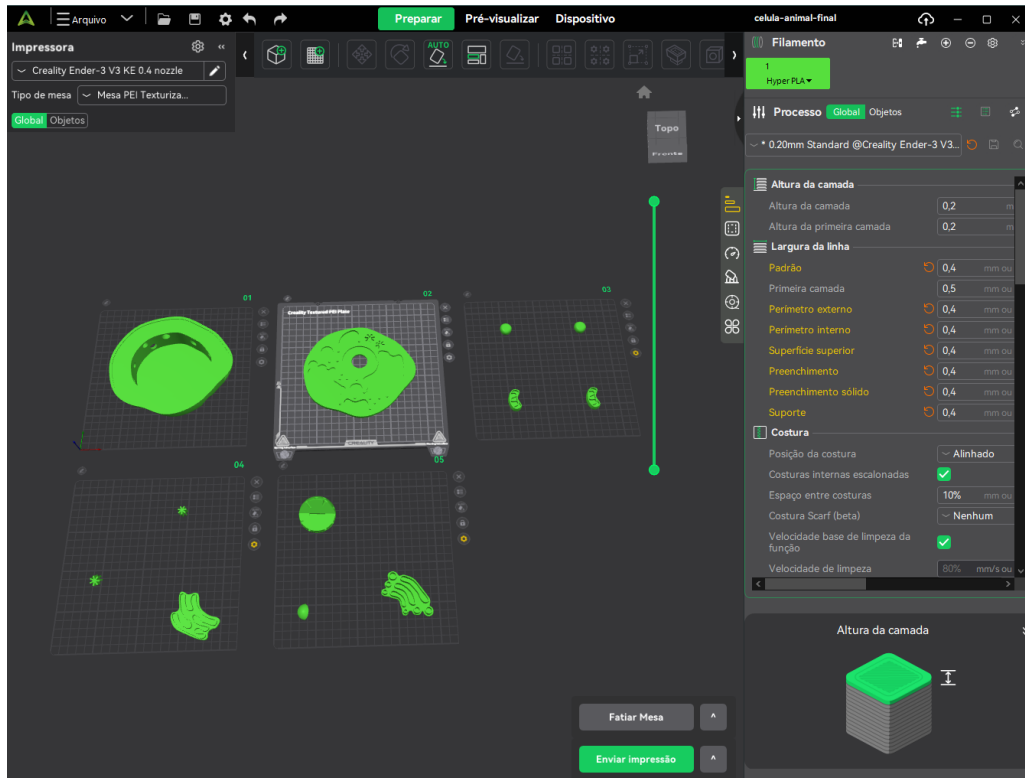
Figura 16 - Tela do software de fatiamento Creality Print



Fonte: De autoria própria.

Para a versão final da célula animal o aumento foi proporcional a célula vegetal, para que os tamanhos entre as duas células não fiquem muito discrepante, o tempo total de impressão foi cerca de 7 horas, com tamanho aumentado para 16cmx15cm, e pesando 167g com um custo de cerca de R\$16 de filamento

Figura 17 - Tela do software de fatiamento Creadity Print



Fonte: De autoria própria.

Comparação de tamanho entre as versões preliminares e finais das células animal e vegetal

Figura 18 - Representação do modelo de célula vegetal em impressão 3D



Fonte: De autoria própria.

Figura 19 - Representação do modelo de célula animal em impressão 3D

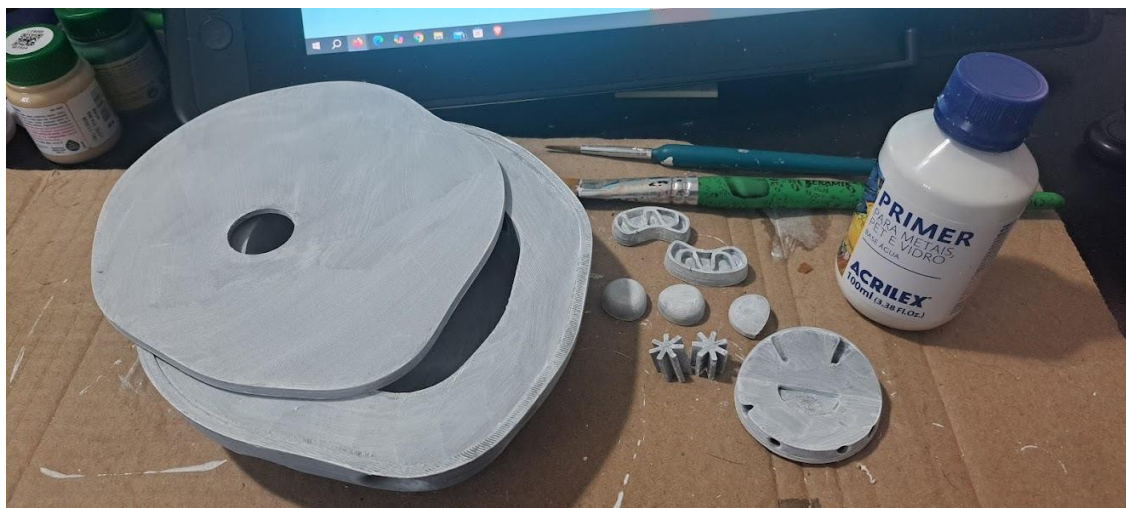


Fonte: De autoria própria.

Atualmente já existem impressoras com tecnologia de multifilamento para impressão em várias cores, mas seu custo ainda é alto, também poderia ser feita a impressão em cores diferentes de filamentos, para se diferenciar as organelas, mas isso também teria um gasto alto com filamentos, então se optou por uma pintura manual dos modelos.

a primeira etapa consiste em passar primer em todas as partes dos modelos, para que a tinta possa aderir com mais facilidade nas peças.

Figura 20 - Foto do momento da pintura com primer



Fonte: De autoria própria.

Após essa etapa é feita a pintura usando tinta acrílica comum para artesanato, se optou por cores iguais em organelas comuns nas duas células e cores diferentes em organelas exclusivas de cada célula.

Figura 21 - Representação dos modelos no momento da pintura com tinta acrílica



Fonte: De autoria própria.

Por fim, uma fina camada de verniz é aplicada para proteção das peças.

Figura 22 - Representação dos modelos após a camada de verniz fosco



Fonte: De autoria própria.

Figura 23 – Representação das partes dos modelos didáticos de célula animal e vegetal



Fonte: De autoria própria.

Figura 24 – Representação da versão final dos modelos didáticos de célula animal e vegetal



Fonte: De autoria própria.

### 5.7 Devolutiva aos alunos

Após a finalização dos modelos, foi feita a devolutiva para os alunos que participaram da avaliação dos modelos preliminares.

A recepção foi extremamente positiva, ao serem perguntados se as adaptações realizadas atenderam às solicitações dos participantes, todos responderam que sim. Outro questionamento foi se eles acreditavam que os modelos após estas modificações iriam auxiliar mais no aprendizado, todas respostas foram positivas também, além de comentarem que ficou muito melhor a visualização e fácil de manipular. Neste dia estavam presentes outros alunos, que apesar de não terem participado da pesquisa, todos gostaram muito de visualizar as células daquela maneira.

## 6. CONCLUSÃO

Diante do exposto, este trabalho evidenciou o potencial da impressão 3D como ferramenta didática inovadora no ensino de Ciências Biológicas, que enfrenta desafios relacionados à abstração de conceitos complexos, como a estrutura e função celular.

A pesquisa bibliográfica e documental reforçou a importância de materiais didáticos que permitam a visualização e manipulação de objetos de estudo, tornando a aprendizagem mais concreta e sensorial.

A etapa prática deste trabalho culminou na produção de modelos tridimensionais concretos de células animal e vegetal, utilizando a tecnologia de impressão 3D com filamento, o que se mostrou uma alternativa viável e de custo relativamente baixo. A escolha por modelos disponíveis em plataformas online colaborativas, com adaptações, também se revelou uma estratégia eficaz para otimizar o tempo e os recursos.

A avaliação dos protótipos preliminares junto a um grupo de alunos da EJA-EPT indicou uma recepção majoritariamente positiva. Os estudantes consideraram os modelos 3D úteis para a compreensão das estruturas celulares e mais eficazes e engajadores que os métodos tradicionais, como slides e livros. As sugestões coletadas, como a necessidade de modelos maiores e com cores diferenciadas para as organelas, foram cruciais e orientaram a elaboração das versões finais dos modelos didáticos

Este estudo mostra que a impressão 3D oferece uma ferramenta valiosa para a criação de modelos didáticos personalizados e de alta qualidade, capazes de auxiliar na superação de dificuldades de aprendizagem. Os modelos táteis e manipuláveis proporcionam uma experiência de aprendizado mais rica e interativa, facilitando a visualização de estruturas

microscópicas e a compreensão de suas funções e inter-relações. Além disso, o processo de desenvolvimento e utilização desses materiais tem o potencial de fortalecer a relação entre teoria e prática em sala de aula, bem como o engajamento discente.

A experiência relatada neste trabalho reforça que a adoção de tecnologias inovadoras como a impressão 3D, pode contribuir significativamente para a superação de desafios impostos no ensino de biologia, tornando o aprendizado mais concreto e motivador para os estudantes. Outra possibilidade promissora é o desenvolvimento de oficinas de formação continuada para professores, capacitando-os na modelagem e impressão 3D de materiais didáticos, o que democratizaria o acesso a essa tecnologia e fomentaria a criação de recursos personalizados.

Espera-se que este trabalho contribua para a reflexão sobre novas práticas pedagógicas no ensino de Ciências e que os modelos desenvolvidos possam ser utilizados por outros educadores e licenciandos, fomentando um ensino de Biologia mais dinâmico, inclusivo e significativo.

## 7. REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. C. D. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de Instrumentos Didáticos**. 2016. 226p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016. Disponível em:

<https://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/DetalhaDocumentoAction.do?idDocumento=844>  
# Acesso em 10 abr. 2025.

ALBUQUERQUE, F. N. B. de. Modelos Didáticos Concretos Tridimensionais: Definição e Classificação Aplicadas ao Ensino de Geografia Física e dos Componentes Físico-Naturais da Geografia Escolar. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 110, p. 164-188, 2023.

ARAÚJO, D. S. **Materiais didáticos na organização do trabalho pedagógico da escola municipal de ensino fundamental cléa maria bezerra barbosa**. 2017. 120 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Pedagogia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/3644/1/DSA31012018.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2025.

AUGUSTO, L. *et al.* Construção de modelos embriológicos com material reciclável para uso didático. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 91, 2008. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6732/4443>. Acesso em: 10 abr. 2025.

BANDEIRA, Denise. **Materiais didáticos**. 1. ed. Curitiba,: IESDE, 2009. p. 13-14.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

CAVALCANTE, E. C. et al. Desenvolvimento de Modelos Pedagógicos com Impressão 3D para o Ensino das Fases da Lua na Educação Básica. In: **Anais do XXXII Seminário de Educação (SEMIEDU 2024)**, 32, Cuiabá. Sociedade Brasileira de Computação, 2024. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/semiedu/article/view/32803/32600>. Acesso em: 9 abr. 2025.

COSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e Educação: Como o Cérebro Aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

CORTE, V. B.; SARAIVA, F. G.; PERIN, I. T. D. A. L. Modelos didáticos como estratégia investigativa e colaborativa para o ensino de Botânica. **Revista Pedagógica**, Chapecó, v. 20, n. 44, p. 172-189, 2018. Disponível em: <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/pedagogica/article/view/3871>. Acesso em: 10 abr. 2025.

DELLA JUSTINA, L. A. et al. Modelos didáticos no ensino de Genética. In: SEMINÁRIO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA DA UNIOESTE, 3., 2003, Cascavel. **ANAIS DO III SEMINÁRIO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA DA UNIOESTE**, 2003, v. 3, p. 135-140. Disponível em: [https://www.unioeste.br/portal/arq/files/eventos/seu/anais/III\\_SEU\\_Anais.pdf](https://www.unioeste.br/portal/arq/files/eventos/seu/anais/III_SEU_Anais.pdf). Acesso em: 10 abr. 2025.

DIAS, M. A. S. **Dificuldades na aprendizagem dos conteúdos de Biologia: evidências a partir das Provas de Múltipla Escolha do Vestibular da UFRN (2001-2008)**. 2008. 275 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/14173/1/MarciaASD.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2025.

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P. Biologia no ensino médio: concepções docentes sobre ensinar e aprender. **ACTIO Docência em Ciências**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 1-20, 2021.

FABRÍCIO, M. de F. L. et al. A COMPREENSÃO DAS LEIS DE MENDEL POR ALUNOS DE BIOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA E NA LICENCIATURA. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 8, n. 1, p. 83-103, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/d8JbvnPgSNyVwMLKT9j5WrL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 abr. 2025.

MEIRA, S. et al. Intervenção com modelos didáticos no processo de ensino-aprendizagem do desenvolvimento embrionário humano: uma contribuição para a formação de licenciados em ciências biológicas. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 301–311, 2015.

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. de C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto & Contexto - Enfermagem**, Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 758-764, 2008.

MENDES, L. M. C. *et al.* Modelo educacional usando impressora 3D na prototipagem do ensino para resolução de problemas na saúde. **Research, Society and Development**, v. 14, n. 1, p. e1614147883, 3 jan. 2025. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/387784130\\_Modelo\\_educacional\\_usando\\_imprensa\\_3D\\_na\\_prototipagem\\_do\\_ensino\\_para\\_resolucao\\_de\\_problemas\\_na\\_saude](https://www.researchgate.net/publication/387784130_Modelo_educacional_usando_imprensa_3D_na_prototipagem_do_ensino_para_resolucao_de_problemas_na_saude). Acesso em: 10 abr. 2025.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo (Sp): Centauro, 2009.

MOREIRA, M. C. A.; SILVA, E. P. Concepções Prévias: uma revisão de alguns resultados sobre Genética e Evolução. In: **Anais do I Encontro regional de biologia**, Niterói, 2001, p. 504.

MOURÃO, E. B. **O uso de modelos didáticos no ensino de anatomia humana das aulas de biologia nas séries iniciais do ensino médio**. *International Journal Semiarid* Ano 1 Vol. 1, 2019. p. 99-103. Disponível em: <https://journalsemiarid.com/index.php/ijsa/article/view/47/71> Acesso em: 10 abr. 2025.

NASCIMENTO, A. C. L. et al. Construção de modelos didáticos como facilitadores de ensino-aprendizagem na disciplina de embriologia. In: **ANAIS II ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA DA REGIONAL 6 – NORTE, II SEMINÁRIO INTEGRADORES DE BIOLOGIA DO OESTE DO PARÁ**. Santarém: SBEnBio, 2019. Disponível em: [https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/anais/anais\\_IIEREbio\\_Semibio.pdf](https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/anais/anais_IIEREbio_Semibio.pdf). Acesso em: 10 abr. 2025.

NASCIMENTO, L. M. M; BOCCHIGLIERI, A. Modelos didáticos no ensino de Vertebrados para estudantes com deficiência visual. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 2, p. 317-332, jun. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/hKLV6wCbyt96WY5WLGJJwdd/?lang=pt>. Acesso em: 10 abr. 2025.

OLIVEIRA, D. de B. et al. Modelos e atividades dinâmicas como facilitadores para o ensino de biologia. **Enciclopédia Biosfera**, São Mateus, ES, v. 11, n. 20, p. 515-529, 2015. Disponível em: Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2015a/modelos.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2025.

ONISAKI, H. H. C.; VIEIRA, R. M. de B. Impressão 3D e o desenvolvimento de produtos educacionais. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, v. 5, n. 10, p. 128-137, 2019. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/638/262>. Acesso em: 9 abr. 2025.

ORLANDO, T. C. et al. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular no ensino médio por graduandos de ciências biológica. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, [S. l.], n. 1, p. 1-10, 2009. Disponível em: [http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos\\_teses/Biologia/Artigos/modelos\\_didaticos.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Biologia/Artigos/modelos_didaticos.pdf). Acesso em: 9 abr. 2025.

PAZ, A. M. da et al. Modelos e modelizações no ensino: um estudo da cadeia alimentar. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 157-170, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/VnkmpCkDhwjnYyt4tVBQ5Lj/>. Acesso em: 10 abr. 2025.

SANTOS, C. R.; MANGA, V. P. B. B. Deficiência Visual e Ensino de Biologia: Pressupostos inclusivos. **Revista FACEVV**, Vila Velha, n. 3, p. 1-9, 2009. Disponível em: <https://regional2.sbenbio.org.br/publicacoes/2010/MD007.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2025.

SANTOS DE ALMEIDA, M.; DE SOUSA JUNIOR, A. B.; ALVES DOS SANTOS, W. O professor como protagonista no enfrentamento das dificuldades na prática no ensino de biologia. In: **Anais do XV Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade” (EDUCON)**, 15., 2021, São Cristóvão: UFS, 2021. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/16386/2/ProfessorProtagonistaEnfrentamento.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2025.

SETÚVAL, F. A. R.; BEJARANO, N. R. R. Os modelos didáticos com conteúdo de Genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de Ciências e Biologia. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. 2009, Florianópolis: Disponível em: <https://axpfep1.if.usp.br/~profis/arquivos/viienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1751.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2025.

SILVA, G. G. M. A importância dos modelos didáticos em ciências biológicas: uma breve revisão bibliográfica. In: **XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 13, 2021, Editora Realize, 2021. Disponível em: [https://editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2021/TRABALHO\\_COMPLETO\\_EV155\\_MD1\\_SA110\\_ID624\\_31072021160019.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2021/TRABALHO_COMPLETO_EV155_MD1_SA110_ID624_31072021160019.pdf). Acesso em: 10 abr. 2025.

SILVA, M. D. C. **Ensino de Ecologia: Dificuldades encontradas e uma proposta de trabalho para professores dos ensinos fundamental e médio de João Pessoa-PB**. 2012. 80 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012. Disponível em: <https://www.ufpb.br/cccb/contents/monografias/2012.1/ensino-de-ecologia-dificuldades-encontradas-e-uma-proposta-de-trabalho-para-professores-dos-ensinos-fundamental-e-medio-joao-pessoa-pb.pdf/view>. Acesso em: 10 abr. 2025.

TOLEDO, K. C.; SANTOS, B. M. D.; RIZZATTI, I. M. O uso da impressora 3D na construção de geometrias moleculares como uma proposta didática no ensino de química, adaptado para pessoas com deficiência visual. In: **VI CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU)**, 6, 2019, Realize Editora, 2019. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/61685>. Acesso em: 10 abr. 2025.

## 8. ANEXOS

### Anexo 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL – IFRS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO – PROPI  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP

#### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**Prezado (a) Senhor (a):**

Você está sendo convidado(a) para participar do projeto de pesquisa intitulado: “MODELOS DIDÁTICOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS: ESTUDO DE CASO COM O USO DA IMPRESSÃO 3D NO ENSINO MÉDIO”. Este projeto está vinculado ao Trabalho de Conclusão do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza: Biologia e Química do Instituto Federal do Rio Grande do Sul - campus Porto Alegre. Nessa pesquisa temos a seguinte pergunta: Como transformar o aprendizado da Biologia, que lida com conceitos abstratos e inter-relacionados, com materiais didáticos que sejam acessíveis aos alunos? Para isso, iremos construir materiais didáticos diferenciados e inclusivos visando o ensino de biologia no ensino médio, a partir da utilização de tecnologias de modelagem 3D.

A pesquisa será feita no IFRS - campus Porto Alegre, durante a aula de Biologia I, e deverá durar em torno de 40 minutos, através de questionários. Para a coleta de dados serão utilizados um (1) mapeamento sobre os conhecimentos prévios, dois (2) questionários e materiais didáticos produzidos a partir da impressão 3D.

A sua participação não será filmada, gravada ou fotografada. Haverá divulgação dos resultados da pesquisa, pois trata-se de um Trabalho de Conclusão de Curso.

A sua participação na pesquisa pode ter alguns riscos mínimos, como desconforto, cansaço ao responder às perguntas ou outro motivo que possa surgir durante a realização das atividades propostas. Caso isso ocorra, o participante poderá a qualquer momento desistir de responder às questões. Além disso, diante de qualquer tipo de questionamento ou dúvida o participante poderá realizar o contato imediato com um dos pesquisadores responsáveis pelo estudo que fornecerá os esclarecimentos necessários.

Adicionalmente, em caso de ser identificado algum sinal de constrangimento ou desconforto psicológico pela participação na pesquisa, a pesquisadora compromete-se em orientar e encaminhar a(s) participante(s) para os profissionais especializados na área junto ao serviço de assistência estudantil disponível no IFRS - Campus Porto Alegre. Os participantes terão a garantia de receber esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderão ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. A participação nesta pesquisa não é obrigatória e as participantes poderão desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento.

A sua participação na pesquisa poderá ter benefício direto, de forma que os modelos didáticos produzidos em 3D, possam contribuir e facilitar o aprendizado relacionado a teoria e a prática do conteúdo de biologia que será desenvolvido em sala de aula. Além de benefícios indiretos, pois os materiais didáticos produzidos serão disponibilizados aos professores e alunos da Graduação em Licenciatura em Ciências da Natureza: Biologia e Química (LCN), a fim de que os mesmos possam utilizar por exemplo: em todas disciplinas do campus que ministram biologia, estágios e projetos de ensino como PIBID e PET, entre outros, por isso a importância da sua participação.

Ao participar desta pesquisa, saiba que você tem direito:

- de retirar o seu consentimento, a qualquer momento, sem que isso traga qualquer

prejuízo a você;

- a não ser identificado e que as informações relacionadas à sua privacidade são confidenciais;

- de ter acesso às informações em todas as etapas do estudo, bem como aos resultados, ainda que isso possa afetar seu interesse em continuar participando da pesquisa;

- de não ter despesas ou ônus financeiro relacionado à sua participação nesse estudo;

- de que, caso tenha despesas (e de seu acompanhante, se aplicável) relacionadas à participação na pesquisa, terá direito a compensação material das mesmas;

- de se recusar a responder qualquer pergunta que julgar constrangedora ou inadequada.

- de que serão mantidos todos os preceitos ético-legais durante e após o término da pesquisa, de acordo com a Resoluções 466/2012, 510/2016 e outras do Conselho Nacional de Saúde relacionadas à ética em pesquisa.

=====

Concordo em participar da pesquisa intitulada: “MODELOS DIDÁTICOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS: ESTUDO DE CASO COM O USO DA IMPRESSÃO 3D NO ENSINO MÉDIO”.

Recebi uma via assinada e rubricada deste termo de consentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Porto Alegre, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Nome e  
Assinatura do(a) participante

---

Nome e  
Assinatura do(a) pesquisador(a)

Contato do pesquisador:

**Nome:** Karin Tallini (coordenadora da pesquisa)

**Instituição:** IFRS - campus Porto Alegre

**Telefone:**(51) 99914-2675

**e-mail:** karin.tallini@poa.ifrs.edu.br.

**Nome:** Evandro Damasceno Moraes (aluno da Licenciatura em Ciências da Natureza: Biologia e Química que está realizando o TCC)

**Instituição:** IFRS - campus Porto Alegre

**Telefone:**(51) 98424-5527

**e-mail:** evandrodm@gmail.com

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, por favor consulte o **Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)** responsável pela avaliação. Um CEP é um colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, que tem como objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

**CEP/IFRS**

**E-mail:** cepesquisa@ifrs.edu.br

**Endereço:** Rua General Osório, 348, Centro, Bento Gonçalves, RS, CEP: 95.700-000

**Telefone:** (54) 3449-3340

## Anexo 2 – Mapeamentos sobre os Conhecimentos Prévios

### Mapeamentos sobre os Conhecimentos Prévios

1) O que é célula?

---

---

2) Qual o tamanho dela?

---

---

3) A célula de uma bactéria, de uma samambaia e de um cavalo são iguais? Ou seja, são compostas pelas mesmas estruturas, sim ou não?

---

---

4) O que célula animal?

---

---

5) O que é célula vegetal?

---

---

6) Quais as diferenças entre célula animal e vegetal?

---

---

7) O que são organelas?

---

---

8) Quais são as organelas mais importantes?

---

---

### Anexo 3 – Avaliação dos Modelos Didáticos Preliminares

#### Questionário I - Avaliação dos Modelos Didáticos Preliminares

1 - Qual sua idade?

- Maior de dezoito anos.
- Menor de dezoito anos.

2 - Como você avalia a utilidade dos modelos didáticos feitos com impressão 3D na aula de biologia celular?

- Muito útil
- Útil
- Neutro
- Pouco útil
- Não útil

3 - Você acha que estes modelos didáticos em 3D são mais eficazes do que os métodos tradicionais (slides ou livros) para aprender conceitos de biologia celular?

- Sim
- Não
- Não tenho certeza

4 - Os modelos didáticos em 3D ajudaram a melhorar sua compreensão das estruturas celulares?

- Sim
- Não
- Parcialmente

5 - Você conseguiu identificar e estabelecer conexões entre diferentes conceitos de biologia celular com mais facilidade usando os modelos didáticos?

- Sim
- Não
- Parcialmente

6 - Os modelos didáticos em 3D aumentaram seu interesse e engajamento durante a aula?

( ) Sim

( ) Não

( ) Não tenho certeza

7 - Quais sugestões você tem para melhorar os modelos didáticos em 3D e/ou sua utilização na aula?

---

---

---

**AGRADECEMOS A SUA PARTICIPAÇÃO NESTA PESQUISA!**

## **Anexo 4 – Devolutiva dos Alunos**

### **Questionário II - Avaliação dos Modelos Didáticos Finais**

- 1 - As adaptações realizadas atenderam às solicitações dos participantes?
  
- 2 -Você acredita que este modelo após as modificações vai auxiliar mais no aprendizado?