

# Produção de um modelo de célula vegetal e modelos foliares como ferramentas de auxílio no ensino de Botânica

*Production of a plant cell model and leaf models as auxiliary tools in the teaching of Botany*

AMANDA APARECIDA SILVA

Discente do curso de Ciências Biológicas (UNIPAM)

E-mail: amandaasilva@unipam.edu.br

JEYSON CÉSARY LOPES

Professor orientador (UNIPAM)

E-mail: jeysoncl@unipam.edu.br

---

**Resumo:** Os temas de Ciências e Biologia tornam-se mais dinâmicos quando trabalhados fora da sala de aula e, mais ainda, quando da utilização de recursos didáticos. Seguindo esse pressuposto, este estudo teve por objetivo a elaboração de instrumentos didáticos a partir das tecnologias de corte a laser e impressão 3D. Para a construção dos modelos, foram pesquisadas imagens de células vegetais e vinte e três formatos foliares. Para a elaboração da célula vegetal, foi utilizada a impressora 3D. Já para os exemplos foliares, utilizou-se o corte a laser. Através dos materiais desenvolvidos, os alunos puderam manusear cada estrutura, observar e discutir detalhes que antes não poderiam ser visualizados com a utilização apenas do livro didático. Assim, os modelos didáticos são instrumentos facilitadores para o ensino de Botânica, pois possibilitam melhor compreensão da morfologia externa, anatomia e fisiologia vegetal.

**Palavras-chave:** Aprendizagem significativa. Estratégias inovadoras. Modelos didáticos.

**Abstract:** Science and biology topics become more dynamic when worked outside the classroom and even more with the pedagogical resources. Following this assumption, this study aimed to elaborate didactic instruments using laser cutting and 3D printing technologies. Plant cell images and leaf shapes were researched to make the models. A 3D printer was used to elaborate the plant cell. The leaf examples, on the other hand, were cut using laser cutting. Through the materials developed, the students will be able to: handle each structure, observe, and discuss details that could not see in the textbook. Thus, the didactic models are facilitating tools for teaching Botany because they allow a better understanding of the plant's external morphology, anatomy, and physiology.

**Keywords:** Meaningful learning. Innovative strategies. Didactic models.

---

## 1 INTRODUÇÃO

Mediar o conhecimento não é uma tarefa fácil e exige do educador a sensibilidade e a análise dos conhecimentos prévios dos alunos, buscando sempre

relacionar os conhecimentos anteriores aos novos conhecimentos que serão abordados. Partindo-se desse pressuposto, consegue-se atingir a aprendizagem significativa em que novos conhecimentos são adquiridos com significado, criticidade, compreensão e com a possibilidade de aplicação do conhecimento (MASINI; MOREIRA, 2017).

Levando-se em conta que a criatividade é um recurso próprio dos indivíduos, é possível utilizá-la para ministrar aulas ilustradas, dinâmicas e elaboradas, tornando o ambiente escolar ainda mais favorável à troca de conhecimentos entre alunos e professores. Dessa forma, o uso e a criação de modelos didáticos se tornam uma ferramenta que, unida às demais práticas docentes existentes, pode ser utilizada para aproximar o que será ensinado e aprendido à realidade vivenciada pelos alunos (BARROS, 2018).

De acordo com Nicola e Paniz (2016), assuntos de Ciências e Biologia tornam-se mais dinâmicos e estimulantes quando trabalhados fora da sala de aula e ainda com a utilização de recursos didáticos. Em paralelo a essa informação, têm-se as aulas de campo, por exemplo, em que é possível o aluno ter contato direto com as plantas, presenciando a diversidade desses seres, o que torna uma estratégia significativa para o ensino da Botânica, facilitando a compreensão dos conteúdos.

Outra maneira de complementar as aulas, não só no ensino de Botânica, mas também em outras áreas da Ciência e Biologia, é a utilização de modelos didáticos. Em muitas vezes, não está ao alcance do professor conseguir materiais naturais para serem exemplificados, sendo assim, o docente precisa ter algum material e/ou ferramenta com o objetivo de elucidar melhor o que está sendo ensinado, para que, dessa forma, consiga conquistar o interesse e a atenção dos alunos durante as aulas ministradas (VIEIRA; CORRÊA, 2020).

A impressora 3D e o corte a laser podem ser uma das diversas possibilidades inovadoras para melhorar o processo de ensino-aprendizagem. Eles são capazes de construir inúmeros modelos didáticos, permitindo o desenvolvimento e a criação de variados materiais que podem tornar as aulas de Ciências e Biologia mais atrativas e diversificadas, podendo assim contribuir para a amenização de um dos maiores problemas que permeiam as escolas: a falta de materiais e recursos didáticos (SANTOS; ANDRADE, 2020).

Essa falta de recursos interfere na dificuldade que os alunos têm de compreender certos conceitos, principalmente nas disciplinas de Ciências e Biologia. Isso se agrava ainda mais com a predominância de recursos didáticos pouco interativos, baseados apenas em ilustrações bidimensionais e livros didáticos. Nesse cenário, a produção de materiais didáticos tem o intuito de amenizar essas dificuldades, pois, além de contribuir para o desenvolvimento das atividades dos professores, também podem auxiliar o aprendizado dos alunos. Dessa forma, é de extrema importância o desenvolvimento de estudos como este, que visa à criação de materiais facilitadores no processo de ensino-aprendizagem e garantem a aprendizagem significativa dos alunos.

Sendo assim, esse estudo teve por objetivo elaborar instrumentos didáticos, para auxiliar os professores da Educação Básica no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Botânica. Para isto, buscou-se pesquisar as principais classificações das folhas vegetais, dando ênfase ao formato e à divisão do limbo foliar para elaborar

modelos didáticos a partir de cortes a laser em MDF, além de desenvolver uma célula vegetal a partir da impressão em 3D.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Estudos realizados ao longo dos dois últimos séculos, no que se refere ao comportamento e à cognição humana, têm demonstrado perspectivas diferentes em relação aos processos de ensino-aprendizagem. É, certamente, de grande relevância o estudo desses processos para o desempenho dos professores nas escolas e em outras instituições de ensino, como também para quaisquer outros profissionais que atuem na área de educação (BOPP, 2013).

A aprendizagem mecânica é o tipo de aprendizagem fundamentada, principalmente, na memorização de novos conceitos isolados e sem relação entre si, em que novas informações são memorizadas de maneira literal, arbitrária e não significativa. Esse tipo de aprendizagem, que é bastante comum e estimulado na escola, tem como o objetivo central “passar” nas avaliações diagnósticas tendo como resultado a pouca retenção de aprendizado, visto que não requer compreensão do conteúdo em questão (MOREIRA, 2005).

Paulo Freire (2005) denomina esse tipo de metodologia como educação bancária. Nessa prática, o educador é quem sabe, e o educando fica na posição de apenas um mero receptor – o docente fala e os alunos escutam, sem socializar e questionar. Essa relação entre educandos e educadores é chamada, por Paulo Freire (2005), de essencialmente narradora. Na educação bancária, são ignoradas a complexidade e a dinâmica da realidade concreta na qual estamos inseridos, considerando a realidade como algo fragmentado e estático, desvinculada do dia a dia do estudante que está destinado a ser um receptor passivo de informações do educador (PIRES; VINHOLI JÚNIOR, 2020).

Nesse sentido, Jean William Fritz Piaget, com seus estudos, contribui para o processo de cognição, desenvolvimento e estruturação dos conhecimentos nos seres humanos, que possuem bastante importância no que se refere ao processo educativo. Esse estudioso é um dos representantes principais do construtivismo. Piaget (1971) defende a criação ativa do conhecimento, partindo da ideia da necessidade de relações entre o meio e o indivíduo, a contar com a ação do próprio sujeito que elabora esse conhecimento.

Os conhecimentos derivam da ação, não no sentido de meras respostas associativas, mas no sentido muito mais profundo da associação do real com as coordenações necessárias e gerais da ação. Conhecer um objeto é agir sobre ele e transformá-lo apreendendo os mecanismos dessa transformação vinculados com as ações transformadoras (PIAGET, 1971, p. 30).

Assimilação e acomodação são dois conceitos fundamentais utilizados por Piaget para explicar o processo de construção do conhecimento. A assimilação refere-se à incorporação de uma experiência nova a estruturas cognitivas preexistentes, enquanto a acomodação se refere à alteração que essas estruturas podem sofrer em relação ao ambiente em que o indivíduo está inserido. Tais processos estão associados e podem esclarecer a adaptação intelectual e o desenvolvimento cognitivo (ROSA, 2012).

Outro estudioso que deixou importantes contribuições relacionadas com o processo de ensino-aprendizagem foi Lev Semenevich Vygotsky, cujo estudos contribuíram grandemente para várias áreas da ciência, como Literatura, Medicina, Psicologia e História. A sua perspectiva sociointeracionista compreende o homem como um ser que se forma a partir da interação com a sociedade. Para Vygotsky, a formação do homem se dá a partir de uma relação dialética entre a sociedade e o sujeito, isto é, o homem modifica o ambiente da mesma maneira que o ambiente modifica o homem (BOCK, 2010).

Em se tratando do processo de aprendizagem, Vygotsky afirma que fatores emocionais estão estritamente ligados com esse processo. Dessa forma, ele declara:

As reações emocionais exercem uma influência essencial e absoluta em todas as formas de nosso comportamento e em todos os momentos do processo educativo. Se quisermos que os alunos recordem melhor ou exercitem mais seu pensamento, devemos fazer com que essas atividades sejam emocionalmente estimuladas. A experiência e a pesquisa têm demonstrado que um fato impregnado de emoção é recordado de forma mais sólida, firme e prolongada que um feito diferente (VYGOTSKY, 2003, p. 121).

Nesse mesmo sentido, a teoria cognitivista de David Paul Ausubel (2003) trouxe contribuições importantes a respeito dos processos de aprendizagem nos seres humanos, sendo a aprendizagem significativa um dos focos. A aprendizagem significativa acontece quando há uma ampliação ou uma reconfiguração de conceitos ou ideias preexistentes na estrutura cognitiva do aluno. Tais conceitos ou ideias preexistentes são denominados ideias-âncora ou subsunçores que se ligam aos novos conceitos antes da sua assimilação de modo mais duradouro (ROSA, 2012).

Diante disso, um dos papéis do docente na construção da aprendizagem significativa é propor atividades didáticas e metodologias que proporcionem que o novo conhecimento dos estudantes tenha uma relação com os subsunçores relevantes, visando à utilização dos recursos didáticos e princípios que facilitem a aquisição e compreensão da estrutura conceitual dos conteúdos de uma forma significativa (QUEDI; DARROZ; ROSA, 2020).

Segundo Moreira (2011), as práticas priorizadas na escola precisam propiciar metodologias desafiadoras e confrontantes, em que os alunos sejam ativos no próprio processo de aprendizagem que os envolve. Dessa forma, torna-se importante e necessário propiciar melhorias no processo de ensino-aprendizagem que favoreçam a formação criativa, consciente e crítica, oportunizando o desenvolvimento da inteligência

e do pensamento dos estudantes, criando um ambiente agradável e prazeroso, além de estimulador para a aprendizagem significativa.

## 2.2 ENSINO DE BIOLOGIA E O USO DE METODOLOGIAS ATIVAS

No ensino de Biologia, é necessário levar os alunos à compreensão das relações que existem entre os seres vivos e não vivos, estimulando debates e discussões no contexto social e escolar a partir da obtenção do conhecimento científico. Entretanto, os estudantes demonstram dificuldades no processo de aprendizagem dessa disciplina, devido à ampla gama de temas em nível micro e macroscópico, além de uma variedade de terminologias, que dificultam o processo de desenvolvimento do conhecimento (DURÉ; ANDRADE; ABÍLIO, 2018; PEREIRA; MIRANDA, 2017).

A prática docente, principalmente na disciplina de Biologia, ainda é a mera transmissão dos conteúdos, sem promoção da interação dos estudantes com o professor, e dos estudantes entre si durante o processo de ensino-aprendizagem. Nesse contexto, torna-se necessário que haja mudanças nos processos metodológicos utilizados pelos professores, a fim de estimular a participação e a interação dos estudantes na construção do conhecimento (LIMA; MARTINS; ALMEIDA, 2019).

Dessa forma, na tentativa de estimular o ensino, a interação e a participação dos estudantes na construção do conhecimento, diversos estudos procuram incorporar estratégias de ensino como as Metodologias Ativas (MA) (BORGES; ALENCAR, 2014; GAROFALO, 2018; KRUG *et al.*, 2016; MACEDO *et al.*, 2018). As MA são abordagens crítico-reflexivas usadas com o intuito principal de estimular a participação dos alunos no processo de aprendizagem durante a construção do conhecimento (MACEDO *et al.*, 2018).

Nas MA, os pressupostos construtivistas são fundamentados na Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel, que destaca a importância da mobilização dos conhecimentos prévios dos estudantes, a fim de despertar o seu interesse para os conteúdos. A aprendizagem significativa irá ocorrer quando os conceitos se tornarem relevantes e aplicáveis à cognição dos alunos, de modo que os permitam formar conexões entre os conteúdos aprendidos (AUSUBEL, 2003; TANAJURA, 2017).

De acordo com Garofalo (2018), o uso de MA em sala de aula permite que os alunos mudem a sua forma de pensar, com isso, torna-se possível a solução de problemas a partir da construção de habilidades específicas, como colaboração, confiança, senso crítico, protagonismo, aprendizagem envolvente, autonomia, aptidão em resolver problemas, empatia, participação e responsabilidade. Pode-se destacar, entre as MA, a aprendizagem baseada em problemas (*Problem Based Learning* – PBL), que visa à construção do aprendizado em busca da solução, sendo resolvida de uma forma investigativa.

O ensino por meio da investigação precisa ter como princípio norteador a utilização de estratégias didáticas que tenham como objetivo primordial englobar os estudantes na resolução de problemas e questões, em que a análise, a reflexão e a discussão sejam as principais condições para solucioná-los. Assim, o docente pode escolher práticas e ou modelos lúdicos que consigam abranger a sequência de ensino,

promovendo, dessa forma, o ensino investigativo com o objetivo de atingir uma aprendizagem significativa (SCARPA; CAMPOS, 2018).

A utilização de modelos didáticos no ensino de Biologia associados às técnicas de metodologias ativas tem como objetivo facilitar a aprendizagem de conteúdos, estabelecendo conexões entre a teoria e a prática. Os modelos didáticos estão entre as estratégias pedagógicas que mais contribuem para a aprendizagem significativa, pois permitem que os discentes participem ativamente do processo de ensino-aprendizagem (PASSAGLIA, 2019).

Modelos didáticos são metodologias de ensino bastante eficazes no ensino, auxiliando principalmente na compreensão de conceitos e processos abstratos (PORTO; RIZOWY; CEZAR, 2015). Muitos autores usam esses modelos para diminuir as dificuldades mostradas pelos estudantes na aprendizagem (BRAGA; GASTAL; FERREIRA, 2010; LUO, 2012; MOUL; SILVA, 2017; SILVA; SILVA; SILVA, 2018). Já as aulas práticas são metodologias de ensino que estimulam a curiosidade dos alunos e são estratégias que favorecem a investigação e a observação de fenômenos biológicos.

### 2.3 A IMPRESSÃO 3D E O CORTE A LASER NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Segundo Stinghen (2016), as tecnologias avançam mais a cada dia e é de suma importância que os professores conheçam e aprendam as inúmeras possibilidades de se utilizar esses recursos tecnológicos como uma ferramenta de aprendizagem, mesmo que seja uma tarefa difícil quando nos deparamos com a realidade das escolas públicas.

Para auxiliar a forma pedagógica e a formação conceitual de alunos, vários modelos didáticos vêm sendo utilizados. Como exemplo desses modelos, podemos citar as representações de moléculas químicas, feitas com bolas de isopor, palitos de madeira, resinas, gessos e plásticos. Atualmente, vêm sendo utilizados modelos gerados nas impressoras tridimensionais, a partir do desenvolvimento de modelagem 3D e também no corte a laser. Entretanto, esse uso ainda é pouco divulgado pela comunidade científica (SCHEIBEL, 2015).

A modelagem 3D é relativamente recente, sendo definida pela utilização de impressoras que constroem camada por camada objetos tridimensionais. Elas constroem sólidos tridimensionais até formar o objeto, depositando material plástico fundido. Esta técnica da impressora 3D é também chamada de manufatura de extrusão ou aditiva, já que a matéria-prima vai sendo depositada gradualmente até atingir a construção de determinado objeto. Aguiar (2016) aplicou a tecnologia da impressão 3D no ensino de Ciências, resultando na criação de diversos objetos didáticos, como moléculas para o estudo de isomeria em química.

Já a maquinaria de corte a laser funciona a partir da interação da radiação luminosa com a matéria. A luz do laser se diferencia da luz de uma lanterna, por exemplo, por ser direcionada (os feixes do laser são estreitos e não dispersos), intensa, monocromática (possui um único comprimento de onda e por isso produz somente um espectro de luz, fazendo com que enxerguemos apenas uma linha vermelha) e coerente (as ondas de luz, além de serem alinhadas, são iniciadas ao mesmo tempo e em uma mesma direção) (PICHLER; JUCHEM, 2013). Além disso, a máquina se destaca de outros

processos de corte por possuir, como característica, o corte de gravuras de alta versatilidade e precisão, além da agilidade do processo e do baixo custo de fabricação (CASTRO; RODRIGUES; SALGADO, 2019).

Em meio a tantos recursos tecnológicos, a impressora 3D e o corte a laser vêm ganhando destaque por possibilitarem que o educador torne concreto vários objetos que, até então, só podiam ser observados virtualmente ou por meio de um deslocamento da sala de aula para outros lugares em busca deles. Essas tecnologias vêm ganhando bastante espaço na educação, auxiliando a compreensão dos conteúdos trabalhados, visto que a visualização e o manuseio dos objetos facilitam o entendimento do que está sendo estudado (SILVA; SIPLE; FIGUEIREDO, 2017).

Uma característica vantajosa desses recursos tecnológicos é a possibilidade de seu uso sem haver a necessidade de conhecimento prévio acerca da modelagem dos materiais. Os objetos educacionais podem ser encontrados facilmente em repositórios virtuais, bastando apenas que o docente acesse e envie o arquivo digital para que a maquinaria faça a construção. Além disso, o professor pode criar modelos através de alguns softwares educacionais de forma simples e converter para a produção (BATISTA; SANTOS, 2020).

Porém, mesmo com todas essas possibilidades, ainda é bastante comum observarmos aulas voltadas para o tradicional modelo mecânico, apresentando como metodologias apenas o método expositivo. A Biologia, por exemplo, é uma ciência em que as experimentações e observações são fundamentais para garantir a assimilação do conhecimento, ou seja, essa é uma área em que a prática precisa estar presente no processo de ensino sempre (PERINI *et al.*, 2016).

Vários fatores influenciam para que ocorra uma aprendizagem desconectada da prática, sendo a ausência de laboratórios um dos principais problemas para o professor na realização dessas aulas. Portanto, podemos associar um cenário em que a impressão 3D e o corte a laser possibilitem o desenvolvimento de materiais que possam tornar as aulas de Ciências e Biologia em atividades práticas, por meio de observações e experiências (ANDRADE; COSTA, 2016).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ESCOLHA DAS IMAGENS

A escolha das imagens da célula vegetal e dos formatos foliares foi feita na plataforma científica Scielo, no Google Acadêmico e na coleção Botânica de morfologia de folhas de plantas com semente descrita por Almeida e Almeida (2018). Foram pesquisadas imagens de células vegetais e folhas dos seguintes formatos: deltoide, elíptica, obovada, oval, lanceolada, peltada, espatulada, orbicular, falciforme, linear, labiada, sagitada, acicular, lobada, roncínada, subulada, reniforme, digitada, penatipartida, palmada, trifoliada, ternada e pinulada.

Foram selecionadas aquelas imagens que apresentaram melhor resolução e maior número de características em relação aos formatos foliares que foram desenvolvidos. Após a escolha definitiva das imagens e seu envio via e-mail, os modelos foram construídos. Para tanto, o desenvolvimento e a confecção dos modelos didáticos

foram realizados no laboratório Fab-Lab, que está localizado no Bloco – I, situado no campus I do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), no município de Patos de Minas (MG).

### 3.2 CONSTRUÇÃO E DESTINAÇÃO FINAL DOS MATERIAIS DIDÁTICOS

Para a construção da célula vegetal, foram utilizadas imagens adquiridas do site *Thingiverse*, que dispõe de figuras gratuitas em STL, formato que é reconhecido pela impressora que foi utilizada. Já os exemplos foliares foram construídos através do corte a laser em uma placa de MDF. Os modelos foram desenhados digitalmente no software AutoCAD 2018, onde foram feitas as medidas e os formatos das folhas que, posteriormente, foram enviados para máquina de corte a laser, que produziu os exemplares criados.

Primeiramente foi impresso o modelo generalista de uma célula vegetal, que continha todas as suas organelas. O método utilizado foi o *layers* e a impressora escolhida foi a 3D Zmorph, que fabrica o material desejado em camada por camada, até que a construção do objeto seja concluída. Para a fabricação da célula, foram utilizados 250 *layers* feitos com 15,06 m de filamentos de ácido polilático (PLA), um tipo de termoplástico biodegradável de espessura fina que é feito por meio do processamento de produtos vegetais e tem o ponto de fusão mais baixo comparado aos demais materiais.

Esses filamentos de PLA foram aquecidos a uma temperatura de bico de 200 °C e, posteriormente, a temperatura de mesa foi aquecida a 60 °C, sendo que o tempo necessário para a construção de toda a célula vegetal e suas organelas levou aproximadamente uma semana. Depois de confeccionada, foi feita a pintura de todas as organelas da célula vegetal, com tinta específica para plástico, sendo que cada organela foi pintada de uma cor diferente. Em seguida, com o auxílio de uma cola para artesanato, a célula foi disposta sobre uma placa de MDF, tamanho 20x20 cm, onde há uma legenda identificando cada organela em relação à sua cor.

Após a confecção da célula vegetal, foram cortados os formatos foliares desenhados no software AutoCAD. Depois de criados, os modelos foram salvos no formato DWG, que é aceito pela máquina de corte a laser, GV1390 de 80W CO<sup>2</sup> - 1300 x 900mm, uma máquina de comando numérico que direciona com alta precisão um feixe de laser CO<sup>2</sup> sobre o material a ser gravado ou cortado, movimentando sempre em dois eixos (X e Y).

Posteriormente ao corte, os formatos foliares foram colados com o auxílio de uma cola epóxi em ímãs. Após isso, os modelos foram separados de acordo com a divisão do limbo, em compostas e simples, conforme descrito por Gonçalves e Lorenzi (2011). Após a colocação do ímã e a separação das folhas, elas foram dispostas em uma placa de metal, de aproximadamente 80 centímetros de comprimento e 80 centímetros de largura juntamente com as suas etiquetas de classificação.

Após a confecção de todos os materiais didáticos, eles foram entregues ao Herbário *Mandevilla*, localizado no 2º piso do bloco M, do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), para serem trabalhados com os estudantes do 1º, 2º e 3º ano do



Ensino Médio do Colégio Universitário, auxiliando os discentes e docentes no processo de ensino-aprendizagem e na construção do conhecimento dos conteúdos de Botânica.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a construção dos modelos didáticos, obteve-se uma célula vegetal e vinte e dois modelos foliares. A célula vegetal foi composta pelas seguintes organelas: núcleo, nucléolo, parede celular, vacúolo, cloroplasto, mitocôndria, complexo de golgi, ribossomos, peroxissomos, retículo endoplasmático liso e rugoso (Figura 1).

**Figura 1:** Célula vegetal construída a partir da impressão 3D

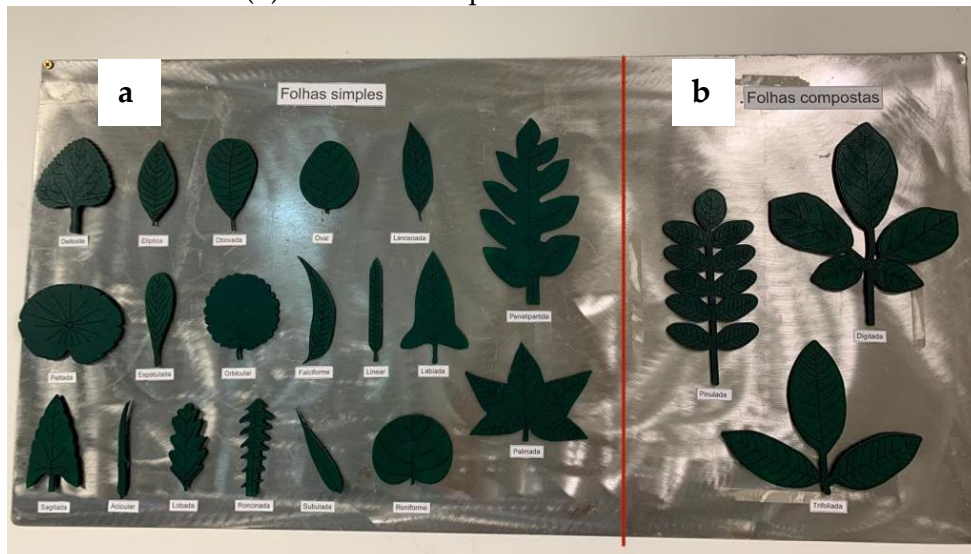


Fonte: elaborada pelos autores, 2021.

Como é possível observar na Figura 1, cada organela da célula vegetal foi pintada de uma cor para melhor visualização. A cor amarela representa o vacúolo; a cor azul, o núcleo; a cor roxa, o nucléolo; a cor verde, o cloroplasto e a parede celular; a cor laranja, o complexo de golgi; a cor azul, o peroxissomos; a cor vermelha, a mitocôndria; a cor rosa, o retículo endoplasmático.

Já os modelos didáticos foliares foram divididos, de acordo com o limbo foliar, em folhas simples (Figura 2a) e compostas (Figura 2b). Posteriormente, os exemplares obtidos foram classificados de acordo com a sua margem, sendo eles: deltoide, elíptica, obovada, oval, lanceolada, peltada, espatulada, orbicular, falciforme, linear, labiada, sagitada, acicular, lobada, roncínada, subulada, reniforme, digitada, penatipartida, palmada, trifoliada, ternada e pinulada.

**Figura 2:** Quadro com as folhas simples - (a) e compostas, (b) construídas a partir do corte a laser



Fonte: elaborada pelos autores, 2021.

As folhas que são classificadas como simples possuem o limbo foliar inteiro, ou seja, ele não se divide em partes distintas. Já as folhas compostas são aquelas cujo limbo foliar é dividido em folíolos (folhas pinadas) ou foliólulos (folhas bipinadas), com seus respectivos peciólulos (SILVA *et al.*, 2014). Gregolin e Stange (2013) realizaram uma pesquisa sobre os conhecimentos dos alunos a respeito da classificação a partir do limbo foliar e verificaram que 80% dos alunos não apresentavam nenhum dos conceitos necessários, ou seja, não possuíam noções mínimas sobre o conteúdo e, que 20% dos alunos apresentavam poucos conceitos, demonstrando ter poucas noções sobre o conteúdo.

Partindo dessa pesquisa, verificamos a necessidade de trabalhar conteúdos como esse em sala de aula com a utilização de modelos didáticos. Essas ferramentas não só auxiliam os alunos na compreensão do assunto trabalhado, mas também instigam os alunos a participarem do processo de ensino-aprendizagem. Através de protótipos como os elaborados a partir do corte a laser e da impressão 3D, o docente consegue mostrar para seus alunos a diferença entre folhas simples e composta, como ocorre à divisão do limbo foliar em cada uma; consegue também representar para seus alunos como funciona a estrutura e organização de uma célula vegetal.

Em se tratando das ferramentas utilizadas, é possível verificar, nas revisões de literatura, a existência de estudos isolados relacionados ao uso da impressora 3D na Educação Básica. A grande maioria dos trabalhos concentra-se nas instituições de ensino superior. Porém, alguns estudos brasileiros já trazem a utilização da impressão 3D como ferramenta didática. Por exemplo, alunos da UNESP mostram diferentes possibilidades para a construção de modelos didáticos para o ensino de Física e destacam a importância de investimentos para a formação de professores, para que os eles possam, de forma ativa, trabalhar com essa ferramenta (AGUIAR; YONEZAWA, 2014).

Dessa forma, podemos destacar a importância de projetos como este estudo, pois, desde a graduação, o futuro docente tem a oportunidade de ter o primeiro contato

com essa ferramenta e criar modelos didáticos que servirão até mesmo para serem utilizados pelo próprio estudante durante o desenvolvimento de aulas de estágio e durante sua prática profissional depois de graduação.

Nesse mesmo sentido, Aguiar (2016) elaborou momentos formativos com alunos dos cursos de licenciatura, ensinando-os a produção de materiais didáticos para a utilização em aulas de Ciências. O autor destaca que o futuro professor precisa possuir habilidades, como manipular e aprender a usar ferramentas e seus softwares, bem como entender de que maneira é possível articular o material didático para o uso da impressora 3D.

Podemos citar também um projeto que aborda o uso da impressão 3D como uma forma de ensinar anatomia humana. De acordo o autor do estudo, o ensino, por meio da impressão 3D, pode abranger diferentes níveis de formação, partindo da educação básica até a educação profissional (WEN, 2016). Basniak e Liziero (2017) desenvolveram um estudo cujo objetivo foi criar modelos para serem utilizados nas aulas de matemática; afirmaram que o uso da impressão 3D possibilita desenvolver materiais antes difíceis ou até impossíveis de adquirir para a utilização em sala de aula.

Essa afirmação corrobora os resultados deste estudo, pois, em se tratando, principalmente de escolas públicas, que carecem de materiais didáticos, dificilmente haverá, por exemplo, microscópios para observar as células vegetais e suas organelas. Além disso, é muito difícil demonstrar as diferentes morfologias foliares existentes em um mesmo espaço, uma vez que, nas escolas, geralmente há poucas espécies vegetais e muitas delas se repetem. Dessa forma, materiais didáticos como os que foram desenvolvidos facilitam a demonstração e o acesso ao objeto de estudo que está sendo abordado.

Nesse processo de ensino-aprendizagem também é muito importante a criação de materiais didáticos que atendam aos alunos com deficiência visual. De acordo com Silva *et al.* (2020), é necessária a elaboração de modelos concretos para que os alunos consigam tocar o material em alto relevo e de tamanho ampliado, conseguindo compreender o conteúdo que está sendo estudado com mais facilidade. Para exemplificar, os autores citam os modelos construídos tridimensionalmente e destacam a sua importância.

Levando em consideração a exemplificação desses autores, podemos destacar os materiais obtidos neste presente estudo. Tanto a célula vegetal quanto as folhas produzidas a partir do corte em MDF podem ser utilizadas por alunos que possuem algum tipo de deficiência visual, visto que esses materiais são ricos em detalhes e as características específicas de cada um podem ser percebidas facilmente através do toque e manuseio.

Além disso, de acordo com Pereira (2019), os recursos didáticos vêm como estratégia para associar ideias e tornar concretas as estruturas e figuras que os alunos visualizam nos livros. Diante disso, são gerados debates e diálogos, o que sugere que os discentes estão envolvidos no conteúdo que está sendo trabalhado. Além disso, momentos como estes promovem a troca de conhecimentos entre os alunos.

Dessa forma, durante o desenvolvimento de aulas práticas que utilizem materiais didáticos, como os que foram construídos neste estudo, o professor consegue promover uma melhor interação entre os alunos. Isso corrobora o pensamento de Piaget

(1971), uma vez que ele defende a criação ativa do conhecimento, partindo da ideia da necessidade de relações entre o meio e o indivíduo, a contar com a ação do próprio sujeito que elabora esse conhecimento.

Quanto à percepção dos estudantes sobre os conteúdos de Botânica, Silva e Barros (2017) destacam que é bastante comum os discentes desenharem plantas com as mesmas características de folhas, flores e frutos, embora as espécies possuam características distintas. O que de fato acontece é que os alunos acabam reproduzindo aquilo que visualizam através de mídias, como TV e filmes, não trazendo o assunto para a sua realidade.

A partir disso, é válido destacar a importância que os materiais didáticos possuem para mudar esse cenário. É possível abordar aquilo que os alunos já carregam na sua bagagem de aprendizagem e sabem sobre as plantas, complementando com o material didático criado, expandindo assim o conhecimento desse discente e alcançando a aprendizagem significativa proposta por Ausubel (2003).

Atualmente, os alunos encontram-se em uma era de tecnologias educacionais bastante promissoras. Nesse sentido, tentar estimular o interesse dos discentes em uma aula expositiva, utilizando apenas o livro didático, não desperta a curiosidade deles no sentido de percepção enquanto função cognitiva de um conceito, requisito básico para o processo de ensino-aprendizagem (RONCAGLIO; CRISOSTIMO; STANGE, 2020).

Corroborando essa informação, a utilização de materiais didáticos para complementar o livro didático, ou até mesmo para a elaboração de uma aula prática, é uma forma muito promissora para despertar a curiosidade dos alunos sobre o assunto que está sendo discutido. Através da célula vegetal e dos formatos foliares desenvolvidos, os alunos poderão manusear cada estrutura, observar e discutir detalhes que antes não poderiam ser visualizados, com a utilização apenas do livro didático.

#### 4 CONCLUSÃO

Foi possível concluir que os modelos didáticos são instrumentos facilitadores de aprendizagem para o ensino de Botânica, visto que possibilitam uma melhor compreensão da morfologia externa, anatomia e fisiologia vegetal, bem como de sistemas mais complexos. Além disso, são instrumentos que podem ser utilizados e manuseados por alunos que possuem deficiência visual, destacando assim a importância da inclusão social.

A utilização desses materiais contribui para uma diversificação das aulas e está associada aos diferentes objetivos dos conteúdos de ensino. Os instrumentos podem ser utilizados em diferentes espaços, encaixando-se em aulas expositivas, aulas interativas, aulas práticas, durante intervenções, em exposições, dentre outros. Dessa forma, tanto a forma de trabalhar quanto a maneira de produção dos materiais didáticos podem ocorrer de diferentes modos com a utilização de ferramentas e possibilidades distintas.

Além disso, é importante que os futuros professores e aqueles que já atuam na área busquem inovar sua didática, trazendo sempre coisas novas, modernas e atuais para seus alunos. Sabendo que essa a geração está totalmente conectada a games, a software e a tecnologias, é necessário que o professor, sempre que possível, utilize isso

ao seu favor, produzindo e elaborando recursos didáticos para serem trabalhados em sala de aula, garantindo o ensino-aprendizagem de seus alunos.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. C. D. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de Ciências**. 2016. 226 f. (Dissertação de Mestrado) – Faculdade de Ciências – Campus de Bauru, Bauru, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/137894>. Acesso em: 02 abr. 2021.
- AGUIAR, L. C. D.; YONEZAWA, W. M. Construção de instrumentos didáticos com impressoras 3D. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA*, 4., 2014. Ponta Grossa, PR. **Anais...** Ponta Grossa: PPGECT, 2014.
- ALMEIDA, M.; ALMEIDA, C. V. **Morfologia da folha de plantas com sementes**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2018. Disponível em: [https://www.esalq.usp.br/biblioteca/pdf/morfologia\\_folha.pdf](https://www.esalq.usp.br/biblioteca/pdf/morfologia_folha.pdf). Acesso: 15 nov. 2021.
- ANDRADE, T. Y. I.; COSTA, M. B. O laboratório de Ciências e a realidade dos docentes das escolas estaduais de São Carlos-SP. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 208-214, ago. 2016. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38\\_3/04-EA-06-15.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38_3/04-EA-06-15.pdf). Acesso em: 03 abr. 2021.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Paralelo, 2003. 221 p. Disponível em: [http://www.uel.br/pos/ecb/pages/arquivos/Ausubel\\_2000\\_Aquisicao%20e%20retencao%20de%20conhecimentos.pdf](http://www.uel.br/pos/ecb/pages/arquivos/Ausubel_2000_Aquisicao%20e%20retencao%20de%20conhecimentos.pdf). Acesso em: 02 abr. 2021.
- BARROS, Ã. C. P. Construção e uso de modelos didáticos na formação inicial de licenciandos em Ciências Biológicas: uma experiência na disciplina Biologia Celular e Molecular. *In: ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS*, 7., 2018, Fortaleza. **Anais...** Campina Grande: Realize Editora, 2018. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/51991>. Acesso em: 05 abr. 2021.
- BASNIAK, M. I.; LIZIERO, A. R. A impressora 3D e novas perspectivas para o ensino: possibilidades permeadas pelo uso de materiais concretos. **Revista Observatório**, Palmas, v. 3, n. 4, p. 445-466, 2017.
- BATISTA, R. L. A.; SANTOS, J. T. G. O uso do GeoGebra e impressora 3D como recurso didático para o ensino da geometria das coordenadas. *In: CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO*, 5., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 208-217. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/ctrl/article/view/11398>. Acesso em: 02 abr. 2021.

BOCK, L. J. **A ação mediadora do professor no processo de aprendizagem de alunos com deficiência intelectual**. 2010. 39 f. (TCC Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Três Cachoeiras, 2010. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/37728/000821777.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 02 abr. 2021.

BOPP, T. R. **Professor mediador**: gerando interesse no aprendizado de Botânica em estudantes do Ensino Médio. 2013. 64 f. (TCC Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/78082/000897682.pdf?sequence=1>. Acesso em: 02 abr. 2021.

BORGES, T. S.; ALENCAR, G. Metodologias ativas na formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso na formação crítica do estudante do ensino superior. **Cairu Em Revista**, São Paulo, v. 4, n. 3, p. 119-143, ago. 2014. Disponível em: [https://www.cairu.br/revista/arquivos/artigos/2014\\_2/08%20METODOLOGIAS%20ATIVAS%20NA%20PROMOCAO%20DA%20FORMACAO%20CRITICA%20DO%20ESTUDANTE.pdf](https://www.cairu.br/revista/arquivos/artigos/2014_2/08%20METODOLOGIAS%20ATIVAS%20NA%20PROMOCAO%20DA%20FORMACAO%20CRITICA%20DO%20ESTUDANTE.pdf). Acesso em: 02 abr. 2021.

BRAGA, C. M. D. D. S.; GASTAL, M. L. D. A.; FERREIRA, L. B. D. M. **O uso de modelos em uma sequência didática para o ensino dos processos da divisão celular**. 2010. 173 f. (Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2010. Disponível em: [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/9069/1/2010\\_CleoniceMiguezDiasdaSilvaBraga.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/9069/1/2010_CleoniceMiguezDiasdaSilvaBraga.pdf). Acesso em: 02 abr. 2021.

CASTRO, G. G. P.; RODRIGUES, K. P. P.; SALGADO, L. D. Metodologia construtivista: projeto e fabricação de uma máquina caseira de corte e gravuras a laser. **Jornal Brasileiro de Desenvolvimento**, [S. l.], v. 5, n. 11, p. 27962-27969, nov. 2019. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/5040>. Acesso em: 27 abr. 2021.

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D. de; ABÍLIO, F. J. P. Ensino de Biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de Ensino Médio relaciona com o seu cotidiano?. **Experiências em Ensino de Ciências**, João Pessoa, v. 13, n. 01, p. 259-272, abril 2018. Disponível em: [https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID471/v13\\_n1\\_a2018.pdf](https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID471/v13_n1_a2018.pdf). Acesso em: 02 abr. 2021.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 44. ed. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 2005.

GAROFALO, D. Como as metodologias de ensino favorecem o aprendizado. **Nova Escola**, 2018. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/11897/como-as-metodologias-ativas-favorecem-o-aprendizado>. Acesso em: 02 abr. 2021.

GONÇALVES, E. G; LORENZI, H. **Morfologia vegetal**: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares. 2. ed. Nova Odessa (SP): Editora Platarum, 2011.

GREGOLIN, M.; STANGE, C. E. B. Taxionomia vegetal: contribuições ao ensino de Botânica para a Educação Básica, Séries finais. In: SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO. Superintendência de Educação. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE, 2013**. Curitiba: SEED/PR, 2013, v. 1. (Cadernos PDE). Disponível em: [http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2013/2013\\_unicentro\\_cien\\_artigo\\_moacir\\_gregolin.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_unicentro_cien_artigo_moacir_gregolin.pdf). Acesso em: 17 nov. 2021.

KRUG, R. D. R. *et al.* O “bê-á-bá” da aprendizagem baseada em equipe. **Revista Brasileira de Educação Médica**, [S. l.], v. 40, n. 4, p. 602-610, fev. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbem/v40n4/1981-5271-rbem-40-4-0602.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2021.

LIMA, M. M.O.; MARTINS, F. A.; ALMEIDA, P. M. **Atividades práticas de Biologia: uma sequência de ensino investigativo sobre o ciclo celular**. 2019. 80 f. (Dissertação de Mestrado em ensino de Biologia) – Universidade Estadual do Piauí, Teresinha, 2019. Disponível em: [https://www.profbio.ufmg.br/wp-content/uploads/2020/12/TCM\\_Michelle.pdf](https://www.profbio.ufmg.br/wp-content/uploads/2020/12/TCM_Michelle.pdf). Acesso em: 02 abr. 2021.

LUO, P. Creating a Double-Spring Model to Teach Chromosome Movement during Mitosis & Meiosis. **The American Biology Teacher**, California, v. 74, n. 4, p. 266-269, abr. 2012. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/10.1525/abt.2012.74.4.11?refreqid=excelsior%3A333f5ffc8eba0e2c22c8cc71c7181063&seq=1>. Acesso em: 02 abr. 2021.

MACEDO, K. D. D. S. *et al.* Metodologias ativas de aprendizagem: caminhos possíveis para inovação no ensino em saúde. **Escola Anna Nery**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 3, p. 1-9, abr. 2018. Disponível em: [https://www.scielo.br/pdf/ean/v22n3/pt\\_1414-8145-ean-22-03-e20170435.pdf](https://www.scielo.br/pdf/ean/v22n3/pt_1414-8145-ean-22-03-e20170435.pdf). Acesso em: 02 abr. 2021.

MASINI, E. F. S.; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa na escola**. Curitiba: CRV, 2017.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa Crítica. **Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación**, Madrid, v. 1, n. 6, p. 83-101, jul. 2005. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/122155>. Acesso em: 02 abr. 2021.

MOUL, R. A. T. D. M.; SILVA, F. C. da. A modelização em genética e biologia molecular: ensino de mitose com massa de modelar. **Experiências em ensino de Ciências**, Pernambuco, v. 12, n. 2, p. 118-128, fev. 2017. Disponível em: [https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID352/v12\\_n2\\_a2017.pdf](https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID352/v12_n2_a2017.pdf). Acesso em: 02 abr. 2021.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia. **Revista NEaD-UNESP**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 355-381, jan. 2016. Disponível em: <https://ojs.ead.unesp.br/index.php/nead/article/view/infor2120167>. Acesso em: 30 mar. 2021.

PASSAGLIA, P. R. **Construção de modelos didáticos para o estudo de estruturas da biologia celular e tecidual por alunos do Ensino Médio**. 2019. 80 f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/215740/PROFBIO0011-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. Acesso em: 30 mar. 2021.

PEREIRA, E. S. **Uma proposta de modelo didático para o ensino de Botânica no Ensino Médio em Vitória**. 2019. 35 f. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de São Antão, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/36938>. Acesso em: 02 set. 2021.

PEREIRA, M. B.; MIRANDA, A. F. de. O ensino de mitose para a geração Z: uma análise entre dois métodos. **Revista Prática Docente**, v. 2, n. 2, p. 255-269, jul. 2017. Disponível em: <http://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/72>. Acesso em: 03 abr. 2021.

PERINI, V. *et al.* Os desafios da inserção de aulas práticas na rotina de uma escola pública: reflexões a partir de um estudo de caso. **Revista da SBEnBio**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 4325-4335, maio 2016. Disponível em: <https://sbenbio.org.br/categoria/revistas/page/2/>. Acesso em: 03 abr. 2021.

PIAGET, J. **A Epistemologia Genética**. Petrópolis: Vozes, 1971. Disponível em: <https://docero.com.br/doc/xv8e5v>. Acesso em: 03 abr. 2021.

PICHLER, R. F.; JUCHEM, P. L. Design e tecnologia: o uso de técnicas de corte e gravação a laser na valorização de produtos identitários. **Educação Gráfica**, Rio Grande do Sul, v. 17, n. 3, p. 28-40, 2013. Disponível em: <http://www.educacaografica.inf.br/artigos/design-e-tecnologia-o-uso-de-tecnicas-de-corte-e-gravacao-a-laser-na-valorizacao-de-produtos-identitarios>. Acesso em: 27 jun. 2021.

PIRES, M. I. F.; VINHOLI JÚNIOR, A. J. Modelos concretos em impressão 3D como materiais inclusivos na Educação Profissional e Tecnológica. **Brazilian Journal Of Development**, Curitiba, v. 6, n. 12, p. 104084-104097, dez. 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/22454/0>. Acesso em: 23 fev. 2021.



PORTO, M.; RIZOWY, G. M.; CEZAR, S. Metodologias alternativas para o ensino de Biologia Celular e Molecular para o ensino básico. **Revista Ampliar**, Gravataí, v. 2, n. 2, p. 1-12, 2015. Disponível em: <https://gravatai.ulbra.tche.br/jornal/index.php/revistaampliar/article/view/74>. Acesso em: 03 abr. 2021.

QUEDI, R. P.; DARROZ, L. M.; ROSA, C. T. W. da. Estatística no ensino médio: um material potencialmente significativo para o ensino da área. **Zetetike**, Campinas, v. 28, p. 1-18, mar. 2020. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8656237/22144>. Acesso em: 22 mar. 2021.

RONCAGLIO, V.; CRISOSTIMO A. L.; STANGE, C. E. B. Construção de modelos didáticos em 3D: Um relato de experiência junto a alunos do Ensino Médio. **Ensino & Pesquisa**, União da Vitória, v. 18, n. 3, p. 150-163, nov./dez., 2020. Disponível em: <http://periodicos.unespar.edu.br/index.php/ensinoepesquisa/article/view/3825/2633>. Acesso em: 02 set. 2021.

ROSA, A. B. **Aula diferenciada e seus efeitos na aprendizagem dos alunos**: o que os professores de Biologia têm a dizer sobre isso? 2012. 43 f. (TCC Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/72356/000872151.pdf?sequence=1>. Acesso em: 22 fev. 2021.

SANTOS, J. T. G.; ANDRADE, A. F de. Impressão 3D como recurso para o desenvolvimento de material didático: associando a cultura maker à resolução de problemas. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. [S. l.], jul. 2020. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/106014>. Acesso em: 05 abr. 2021

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por investigação. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 25-41, dez. 2018. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/152653/149122>. Acesso em: 03 abr. 2021.

SCHEIBEL, J. M. **Desenvolvimento de modelos moleculares para o ensino de Química Orgânica a partir de material reciclado**. 2015. 56 f. Trabalho de conclusão de curso (Monografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/139074>. Acesso em: 03 abr. 2021.

SILVA, R. C. V. M. *et al.* **Noções morfológicas e taxonômicas para identificação botânica**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/992543/1/LivroIdentificacaoBotanica.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2021.

SILVA, S. M., SIPLE, I. Z.; FIGUEIREDO, E. B. **O uso da impressora 3D no Ensino de Matemática**. Universidade do Estado de Santa Catarina, 2017. 2 p. Disponível em: [https://www.udesc.br/arquivos/udesc/id\\_cpmenu/6221/113\\_15035724780688\\_6221.pdf149122](https://www.udesc.br/arquivos/udesc/id_cpmenu/6221/113_15035724780688_6221.pdf149122). Acesso em: 03 abr. 2021.

SILVA, M. M. F.; BARROS, I. O. Briófitas e pteridófitas: a perspectiva dos alunos do sétimo ano do ensino fundamental de Jaguaribe, CE. **Conexões Ciências e Tecnologia**, Fortaleza, v. 11, n. 6, p. 1-9, dez. 2017. Bimestral. Disponível em: <http://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/994/1110>. Acesso em: 02 set. 2021.

SILVA, A. *et al.* Modelos concretos: o ato de criar para incluir no Ensino de Botânica. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO DO SUDOESTE DO PARANÁ, 3., 2020, Ampére. **Anais...** Ampére: Coordenação de Pesquisa e Extensão da FAMPER, 2020. Disponível em: <http://www.famper.com.br/artigos/154>. Acesso em: 02 set. 2021.

SILVA, T. R. da; SILVA, B. R. da; SILVA, B. M. P. da. Modelização didática como possibilidade de aprendizagem sobre divisão celular no ensino fundamental. **Revista Thema**, [S. l.], v. 15, n. 4, p. 1376-1386, out. 2018. Disponível em: <http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1024/962>. Acesso em: 03 abr. 2021.

STINGHEN, R. S. **Tecnologias na Educação**: dificuldades encontradas para utilizá-la no ambiente escolar. 2016. 32 f. (TCC Graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: [https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/169794/TCC\\_Stinghen.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/169794/TCC_Stinghen.pdf?sequence=1). Acesso em: 03 abr. 2021.

TANAJURA, V. S. **Dificuldades no ensino de Biologia Celular na escola de educação média**: considerações e apontamentos a partir de depoimentos de professores(as). 2017. 108 f. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2017. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/151028/tanajura\\_vs\\_me\\_bauru.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/151028/tanajura_vs_me_bauru.pdf?sequence=5&isAllowed=y). Acesso em: 03 abr. 2021.

VIEIRA, V. J. da C.; CORRÊA, M. J. P. O uso de recursos didáticos como alternativa no ensino de Botânica. **Revista de Ensino de Biologia**, v. 13, n. 2, p. 309-327, out. 2020. Disponível em: <http://sbenbio.journals.com.br/index.php/sbenbio/issue/view/8>. Acesso em: 05 abr. 2021.

VYGOTSKY, L. S. **Psicologia Pedagógica**. Porto Alegre: Artmed, 2003. Disponível em: [https://www.academia.edu/43774594/Psicologia\\_Pedag%C3%B3gica\\_Vigotski\\_Ed\\_com\\_entada\\_completo](https://www.academia.edu/43774594/Psicologia_Pedag%C3%B3gica_Vigotski_Ed_com_entada_completo). Acesso em: 05 abr. 2021.

WEN, C. L. Homem Virtual (Ser Humano Virtual 3D): A integração da computação gráfica, impressão 3D e realidade virtual para aprendizado de Anatomia, Fisiologia e Fisiopatologia. **Rev. Grad. USP.**, São Paulo, v. 1, n. 1, 2016. Disponível em: [http://gradmais.usp.br/wp-content/uploads/2016/07/01\\_Chao.pdf](http://gradmais.usp.br/wp-content/uploads/2016/07/01_Chao.pdf). Acesso em: 05 abr. 2021.