



## CIRANDA 3D: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

### CIRANDA 3D: AN EXPERIENCE REPORT

Maria Vitória Nascimento Martins; Willyane Camille Santana dos Santos; Jhonatan Ramos de Oliveira; Lucas da Silva Cesario; Clener Manoel Albino Fausto; Evellyn Karoline Alves Freitas Basilio; Luzanira Maria Tavares Pessoa; Eduardo Vinicius da Silva Lima; Elyda Evelyn do Nascimento França; Rayane Lima da Silva.  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
*pet.ciranda@ufrpe.br*

Lorena Brizza Soares Freitas (*lorena.brizza@ufrpe.br*)  
Edgar Corrêa de Amorim Filho (*edgar.amorim@ufrpe.br*)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Artigo

#### Resumo:

A impressão 3D é um conjunto de tecnologias que permitem a criação de objetos, a partir de um modelo virtual, através da deposição de material camada por camada. Essa tecnologia se mostra mais econômica e rápida quando comparada a outras técnicas e pode ser aplicada em diversas áreas. Tendo em vista sua vasta aplicabilidade, o grupo PET Conexões dos Saberes, A Ciranda da Ciência desenvolveu em 2023, a atividade “Pesquisa e Produção de Materiais para Exposição Didático-Científica” com o objetivo de capacitar o grupo para pesquisa e impressão de modelos, tornando-os multiplicadores. Para tal, dividiu-se o grupo de acordo com as áreas correlatas e a partir disso foi escolhido o problema a ser trabalhado, seguido da pesquisa e primeiras impressões, socialização interna, impressão final dos modelos, ajustes e acabamento e, por fim, a exposição dos objetos e minicurso no evento V Jornada de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (V JCTMA) também promovido pelo grupo. Os modelos obtidos foram: kit molecular de química orgânica, fita de DNA, bicos de aves, modelo de cônicas e copo Pitagórico. A atividade gerou também minicurso na XII Semana de Física/UFRPE e exposição na XV Semana de Matemática/UFRPE.

**Palavras-chave:** Protótipos; Impressão 3D; Material Pedagógico.

#### Abstract:

3D printing is a range of technologies that enable the production of objects based on a virtual model by applying material layer by layer. This technology is proving to be more economical and faster than other techniques and can be used in various areas. Given its wide applicability,

the PET Conexões dos Saberes, A Ciranda da Ciência group developed in 2023, the activity “Research and production of materials for didactic-scientific exhibitions” with the aim of training the group to research and print models and turn them into multipliers. To this end, the group was divided into related areas and from these the problem to be worked on was selected, followed by research and first impressions, internal socialization, final printing of the models, adjustments and finishing and finally the exhibition of the objects and minicourse at

the V Journey of Science, Technology and Environment (VJCTMA) event, also promoted by the group. The models included an organic chemistry molecular kit, a DNA strand, bird beaks, a conic model, and a Pythagorean chalice. The activity also led to a mini course held at the XII Physics Week/UFRPE, as well as an exhibition at the XV Mathematics Week/UFRPE.

**Keywords:** Prototypes; 3D printing; Pedagogical material.

## 1. Introdução

O grupo PET Conexões dos Saberes, A Ciranda da Ciência é um grupo multidisciplinar criado em 2011 na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) localizada em Recife/PE. Diante da diversidade de cursos presentes no grupo e por tratar-se de um grupo voltado a divulgação científica, em 2023 foi proposta a atividade "Pesquisa e Produção de Materiais para Exposição Didático-Científica" com o intuito de capacitar os PETianos acerca da Impressão 3D e fornecer à experiência de uma atividade que passeia pelos eixos de ensino, pesquisa e extensão.

A Impressão 3D, também conhecida como a Manufatura Aditiva, é uma tecnologia inovadora que permite a criação de objetos tridimensionais a partir de modelos digitais (DR da SILVA; 2023), sendo considerada por muitos como uma revolução tecnológica que não apenas redefine o paradigma do design e fabricação de componentes, mas também influencia a escolha de materiais (ABREU,2015).

A estreia comercial da tecnologia de impressão 3D ocorreu em 1988 com a empresa 3D Systems, pioneira no uso do sistema de estereolitografia, Stereolitografy (SLS). Nesse método, uma resina fotossensível é solidificada quando exposta à luz ultravioleta (MONTEIRO,2015). Essa inovação marcou o desenvolvimento da impressão 3D, abrindo caminho para aplicações diversas em diversos setores (DA SILVA,2020).

**Figura 1** - Primeira impressora 3D (SLS)



Fonte: 3DPrint, 2024.

Um ano depois foi criada a primeira impressora em FDM (Fused Deposition Modeling /Modelagem por Fusão e Deposição) criada com o intuito de tornar a tecnologia mais acessível.

Na área do design, a utilização inicial desta tecnologia foi voltada para a criação de modelos e protótipos, devido à eficiência no tempo e à rapidez na construção de modelos funcionais em comparação aos métodos tradicionais feitos manualmente. Atualmente, ela está firmemente estabelecida como uma ferramenta integral no processo de desenvolvimento de produtos (DIMITROV, SCHREVE e DE BEER, 2006).

No PET, a Impressão 3D permitiu uma pesquisa em grupo que pudesse contemplar os cursos de todos os integrantes. Dessa forma foi proposta a atividade que consistiu em apresentar o conhecimento sobre impressão 3D, pesquisar e criar diversos materiais a partir dessa tecnologia, incluindo recursos didáticos com a culminância na V Jornada de Ciência Tecnologia e Meio Ambiente (V JCTMA), evento promovido pelo grupo, através da exposição dos objetos e um minicurso voltado à comunidade acadêmica. Para tal, o grupo foi dividido em quatro subgrupos e a metodologia adotada compreendeu cinco etapas: formação do grupo, delimitação do problema, fatiamento e impressão do objeto, socialização interna, ajustes e acabamento e socialização externa. Ao término do projeto, produzimos produtos como kit molecular de química orgânica, fita de DNA e bicos de aves, utilizados para ilustrar a relação entre a forma desses bicos e seu comportamento alimentar com base na evolução.

No que segue, traremos um pouco sobre Impressão 3D, a metodologia detalhada da atividade realizada em cada uma das cinco etapas, seus resultados e discussão, considerações finais e referências.

## **2. Conceitos Básicos de Impressão 3D**

Devido à facilidade de operação e o baixo custo, as impressoras 3D do tipo FDM (Fusion Deposition Modeling) se tornaram bastante popular. Apesar de existirem diversos modelos e tipos diferentes, uma impressora FDM consiste em uma placa controladora que passa uma série de instruções para o conjunto de motores que, por sua vez são responsáveis por controlar a movimentação da máquina e o fluxo de material. Para imprimir são usados termoplásticos, com baixa temperatura de fusão e com capacidade de voltar rapidamente ao estado sólido.

**Figura 2** - Impressora FDM Ender 3 Pro Creality/Filamento em PLA



**Fonte:** Amazon/ Sethi3d, 2024

Durante a impressão, o material é derretido e depositado na mesa da impressora camada a camada, formando assim o objeto desejado. Os materiais mais utilizados são o PLA e o ABS, mas existem muitos tipos diferentes, incluindo flexíveis e solúveis. Cada material tem suas características físicas próprias e podem ser mais indicadas para aplicações específicas.

O Processo de impressão 3d por FDM pode ser dividido em três etapas: modelagem, fatiamento e impressão.

**Figura 3** - Etapas do processo de Impressão 3D



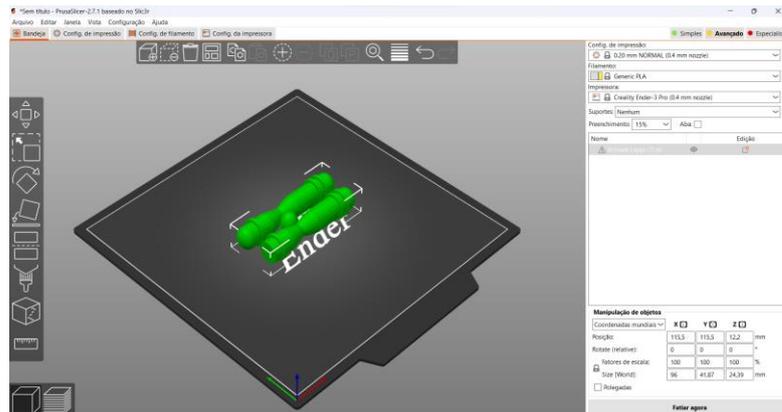
**Fonte:** Volpato, 2017

A modelagem consiste na construção de um modelo tridimensional do objeto que se quer imprimir. Este processo pode ser realizado utilizando diversos softwares diferentes, cada um deles mais apropriado para um tipo diferente de objeto. Por exemplo, se quisermos uma peça mecânica, que precise de precisão no formato ou espaços para parafusos, podemos usar o Fusion 360, SketchUp ou o Shapr3D. Mas se o objeto for uma forma simples, que possa ser obtido através de formas mais simples como cilindros, cones, paralelepípedos etc., é possível utilizar o software 3D Builder ou o TinkerCad. Para diferentes funcionalidades existem diferentes formas de se criar o modelo. Além disso, também é possível utilizar linguagens de programação como Python ou C para realização de materiais mais específicos, cuja realização não seria possível por outros softwares já existentes. O modelo desenvolvido deve então ser exportado em algum formato que descreva o objeto através de triângulos. O mais simples e utilizado deles o formato STL (Standard Triangle

Language), por guardar apenas o mínimo de informação necessária para a impressão 3D, porém, existem outros formatos comuns como o 3MF, ou o OBJ, por exemplo, que também são utilizados. Apesar de guardarem mais informação do que o necessário, esses formatos costumam facilitar quando se deseja realizar alguma modificação no modelo. Para quem não tem experiência com modelagem de objetos 3D, também é possível utilizar modelos produzidos por terceiros. Sites como Thingiverse, Thangs, Printables, Cults3D, entre outros, oferecem aos desenvolvedores a possibilidade de compartilhar seus modelos de maneira gratuita ou não.

Realizado o modelo e exportado em um formato apropriado, devemos passar para a etapa do fatiamento. Nesta etapa, será criado o arquivo que realiza a comunicação entre a placa controladora e os motores responsáveis pela movimentação mecânica da impressora. O software de fatiamento, ou fatiador, vai receber o modelo a ser impresso e fatiar em várias camadas. Cada uma dessas camadas será então convertida em um desenho plano e na sequência de comandos que a máquina deverá seguir para realizar o desenho. É no fatiador que são definidos os detalhes da peça impressa: posição e orientação do objeto, espessura das camadas, quantidade de paredes externas, formato e quantidade de preenchimento interno, suportes, dentre vários outros elementos que podem ser configurados. Apesar de não haver uma configuração padrão, existem alguns detalhes que podem ser considerados a depender da funcionalidade da peça. Se a peça precisa ser mais resistente a impactos ou mais rígida, é interessante aumentar a quantidade de paredes externas e de preenchimento, mas se a peça é um objeto de decoração, que tenha mais detalhes orgânicos, é melhor colocar camadas menos espessas. Cada peça vai exigir uma configuração diferente, de modo a balancear funcionalidade, gasto de material e tempo de impressão. Usualmente é uma etapa que envolve vários testes para se chegar a uma configuração apropriada. Existem diversos softwares fatiadores que, usualmente, são desenvolvidos pelos próprios fabricantes de impressoras 3D, porém, por conta da grande quantidade de modelos e projetos independentes de impressoras 3D, os fatiadores costumam funcionar com qualquer impressora. Entre os fatiadores mais comuns temos o Ultimaker Cura e o Prusa Slicer.

Ao fim do fatiamento, o fatiador irá gerar um arquivo no formato GCODE, que vai conter as instruções que serão passadas da placa controladora para os motores que controlam o movimento da impressora. Esse arquivo deverá ser levado à impressora para iniciar o processo de impressão. Neste momento, é importante avaliar as condições da máquina para garantir que não vão ocorrer falhas no processo de impressão. Devemos verificar o nivelamento da mesa de impressão, a presença de folgas, a calibragem dos motores, além de verificar se não existem objetos que possam impedir a movimentação da impressora, como cabos, por exemplo.

**Figura 4 - Vista do Fatiador Prusa Slicer**

Fonte: Próprios autores, 2023

Opcionalmente, é possível submeter os objetos impressos a um pós-processamento: lixar, pintar, colar etc. Essa etapa pode ser útil para melhorar a qualidade dos objetos impressos, mas a necessidade vai depender da aplicação das peças.

Para finalizar, é importante mencionar que, mesmo tomando todos os cuidados em todas as etapas do processo, falhas sempre podem acontecer. Erros como objetos descolar da mesa de impressão, falta de coerência na quantidade de material depositado, medidas do objeto em desacordo com o planejado costumam ser comuns no dia a dia de quem trabalha com impressão 3D. Por isso, parte do processo de aprender a imprimir envolve entender o que pode estar ocasionando falhas e como corrigir. A metodologia foi estruturada em cinco etapas progressivas, buscando proporcionar uma compreensão significativa da tecnologia, do seu desenvolvimento até sua aplicação.

94

### 3. Metodologia

A metodologia foi estruturada em cinco etapas progressivas, buscando proporcionar uma compreensão significativa da tecnologia, do seu desenvolvimento até sua aplicação.

#### 3.1 Primeira Etapa: Formação do Grupo

Com o objetivo de introduzir conceitos fundamentais e estabelecer o primeiro contato com a manufatura aditiva, três atividades foram conduzidas com o grupo pelo Professor Dr. Edgar Corrêa de Amorim Filho, coordenador do Laboratório de Prototipagem do Centro de Apoio à Pesquisa (CENAPesq) na UFRPE e parceiro do PET nesta atividade. Estas incluíram uma palestra no dia 3 de fevereiro de 2023, um minicurso em 15 de fevereiro de 2023, e uma visita com a primeira experiência prática no CENAPesq em 24 de março de 2023.

Durante a última etapa, os PETianos foram divididos em quatro grupos, cada grupo composto por integrantes de diferentes cursos, a divisão foi a seguinte:

**Tabela 1:** Siglas e composição de cada grupo

GRUPO	QUANTIDADE DE INTEGRANTES E SEUS CURSOS
GPB	3 estudantes de licenciatura e bacharelado em biologia
GPQA	2 estudantes de licenciatura em química e 1 de agronomia
GPVZ	2 estudantes de medicina veterinária, 2 de zootecnia e 1 de engenharia de pesca
GPMF	2 estudantes de licenciatura em física e 1 de licenciatura em matemática

**Fonte:** Autores próprios, 2023.

Cada grupo escolheu um modelo do repositório *Thingiverse* (GPB- Clitóris, GPQA- Extraterrestre que serve de suporte de celular, GPVZ- Pokémon e GPMF- Orbital molecular do modelo atômico de Bohr) e realizou a primeira impressão. Tais modelos foram escolhidos visando suas complexidades.

**Figura 5 -** Palestra sobre Impressão 3D (A); Primeira Impressão (B)

**Fonte:** Autores próprios, 2023.

### 3.2 Segunda Etapa: Delimitação do Problema

Neste estágio, cada grupo discutiu temas desafiadores dentro de suas áreas de estudo que pudessem ser abordados e facilitados através da impressão 3D. Considerando a relevância, aplicabilidade e disponibilidade de recursos para futuras aplicações, foram escolhidos modelos como kit molecular (GPQA), fita de DNA (GPB), bicos de aves (GPVZ) e cônicas e copo pitagórico (GPMF).

### 3.3 Terceira Etapa: Impressão do Objeto

Com o objeto selecionado e sua aplicação futura em mente cada grupo se reuniu com Professor Edgar Amorim e a Tutora para realizar o fatiamento do modelo através do Software Prusa Slicer 2.5.2 e avaliar a viabilidade da impressão. Nesta etapa, foram ajustados parâmetros como altura, largura, comprimento, preenchimento, suportes e resolução e depois foi realizada a impressão. O objetivo foi analisar o modelo impresso e identificar ajustes necessários. Aqui,

utilizou-se a Impressora 3D *Creality Ender 3 Pro* e filamento de *PLA*, um polímero termoplástico derivado de ácido lático.

### **3.4 Quarta Etapa: Socialização Interna, Ajustes e Acabamento**

Nesta fase, cada grupo apresentou seus modelos aos demais, explicando características e funcionalidades. Observações e sugestões foram discutidas, resultando em ajustes e impressões definitivas. Ao final, as peças passaram por um processo de acabamento, incluindo lixamento e pintura, seguindo orientações do grupo e da Tutora.

### **3.5 Quinta Etapa: Socialização Interna, Ajustes e Acabamento**

Ao finalizar as impressões e os acabamentos, os modelos foram expostos na primeira mostra de Impressão 3D na V Jornada de Ciência Tecnologia e Meio Ambiente em 8 de agosto de 2023, na UFRPE. Além disso, o grupo ministrou o minicurso "Impressão 3D: Conhecendo os fatiadores e configurando a primeira impressão.

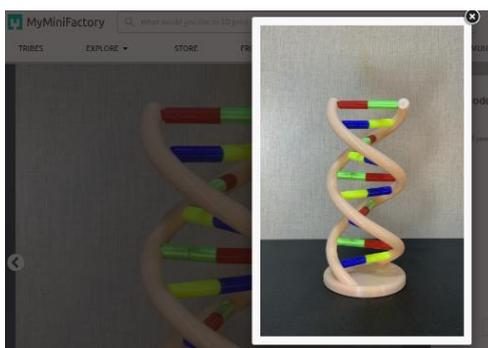
## **4. Resultados e Discussões**

Com a atividade, os modelos impressos foram: Estruturas representativas do DNA e seus componentes (GPB), Kit Molecular (GPQA), Modelos anatômicos dos diferentes tipos de bicos de aves (QPVZ) e cônicas e um taça Pitagórica (GPMF). Todas as peças foram obtidas em repositórios online, e após a impressão foram lixadas e pintadas com tinta PVA e finalizadas com acabamento em verniz. Vale ressaltar que infelizmente não guardamos a configuração de impressão de todas as peças. No segue, cada grupo trouxe detalhes específicos de suas impressões:

### **4.1 Estruturas representativas do DNA e seus componentes (GPB)**

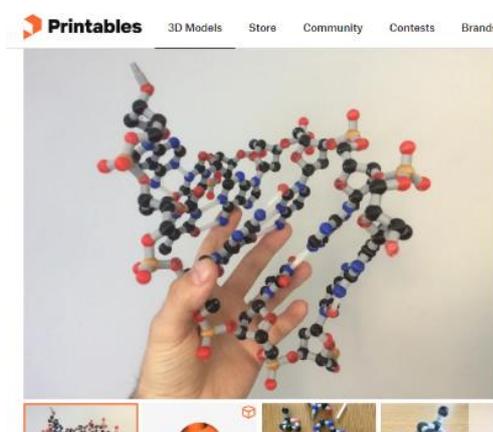
O grupo GPB escolheu um modelo didático que foi delimitado com base em temas que apresentassem desafios na compreensão por conta da sua abstração. Com a discussão, os modelos escolhidos foram a fita de DNA (ácido desoxirribonucleico) obtido no repositório online MyMiniFactory (Figura 6) e as bases nitrogenadas encontradas no Printables (Figura 7). Os modelos foram fatiados no software Prusa Slicer, onde passaram por mudanças nas configurações de preenchimento e suporte.

**Figura 6 - Fita de DNA**



Fonte: MyMiniFactory, 2023

**Figura 7 - Componentes da fita de DNA**



Fonte: Printables, 2023

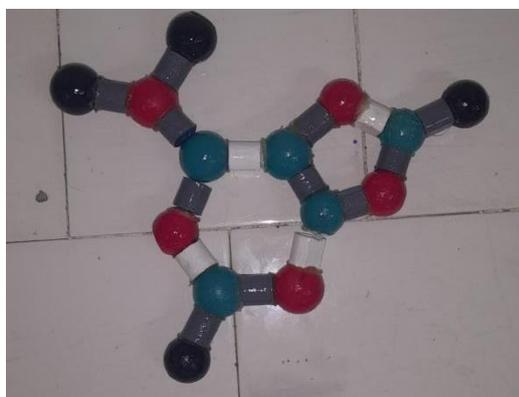
A partir dessa sequência de atividades, o GPB conseguiu obter como resultado dois modelos representativos da molécula de DNA, um modelo mais simplista retratando a fita em dupla hélice e outro que trabalha a questão da composição do ácido desoxirribonucleico com suas bases nitrogenadas, pentoses, grupos fosfato e pontes de Hidrogênio.

O primeiro visa a demonstração visual da disposição da fita, além de destacar quais nucleotídeos são complementares para a formação dos pares de base. Nesse sentido, a guanina ficou representada pela cor amarela a qual se liga à citosina de cor verde. Já a timina colorida de azul, se une à adenina pintada de vermelho. Ainda neste modelo, é possível destacar o esqueleto de fosfato-desoxirribose, a parte estrutural para manter a morfologia característica da molécula de DNA, dupla hélice, e está representada pela pintura na cor cinza (Figura 8).

**Figura 8** - Fita de DNA impressa pelo GPB

**Fonte:** Autores próprios, 2023.

O outro protótipo tridimensional busca retratar os componentes químicos presentes na fita de DNA: as bases nitrogenadas, as pentoses, os grupos fosfato e as pontes de Hidrogênio. Como se trata de uma representação molecular, a diferenciação se deu basicamente pela coloração dos átomos de cada elemento: os carbonos coloridos de verde claro, hidrogênios de azul escuro, nitrogênios de rosa, oxigênios em vermelho, fósforos em marrom, ligações simples em cinza, ligações duplas em branco e ligações de hidrogênio em azul claro. Por fim, foi realizada a colagem e o encaixe das peças para a obtenção da representação final (Figura 9).

**Figura 9** - Componentes da fita de DNA impressa pelo GPB

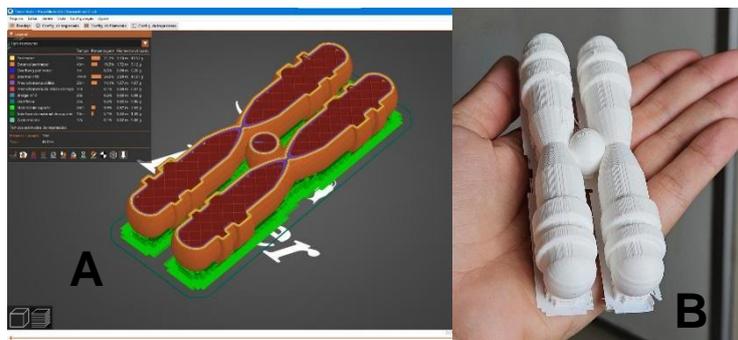
**Fonte:** Autores próprios, 2023.

Alguns desafios foram enfrentados durante a impressão das peças desse modelo, o primeiro é que as peças não estavam ficando fixas na mesa da impressora. E, para resolver essa questão foi necessário realizar a limpeza da mesa, pois se tratava de um excesso de resíduo. Outro obstáculo encontrado foi a formação de fios finos no que estava sendo impresso, isso se deu devido à alta temperatura do bico de impressão, com isso, o recurso para a solução foram as configurações no PrusaSlicer. Em consequência deste modelo apresentar peças minuciosas, as extremidades das ligações nos orifícios dos átomos não estavam encaixando. A solução para essa problemática foi a

impressão de átomos sem furos e de ligações sem extremidades para encaixe, ou seja, para realizar a união desses elementos, foi necessário aderir um ao outro por meio de cola quente.

Por fim, por meio do software Thinkercad, os integrantes do grupo conseguiram desenvolver um protótipo de cromossomo, visando obter a representação do cariótipo humano (Figura 10).

**Figura 10** - Cariótipo humano no PrusaSlices (A) e após a impressão (B)



Fonte: Autores próprios, 2023.

**Figura 11** - Apresentação no XXIV EnGeNe e na V JCTMA



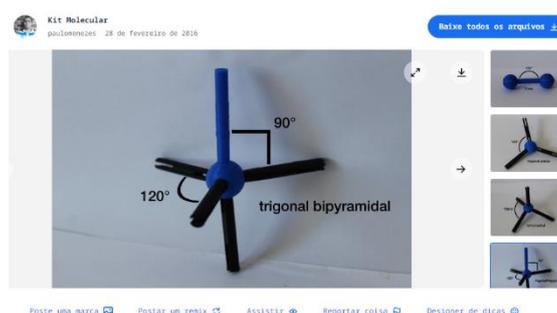
Fonte: Autores próprios, 2023.

#### 4.2 Kit Molecular (GPQA)

O modelo selecionado pelo grupo GPQA surgiu da necessidade de aprimorar a compreensão dos conteúdos de química orgânica, visto que, há uma complexidade da observação de temas como ligações entre carbonos, hibridização, isomeria e tipos de cadeias carbônicas, os quais demandam uma abordagem visual mais concreta para compreender a natureza tridimensional subjacente a esses conceitos. Ademais, Segundo Correia et al (2010, p. 83), algumas das dificuldades estão relacionadas, por exemplo, ao não entendimento das “[...] teorias estruturais, ligações químicas e representações de fórmulas estruturais” pontos esses que a manufatura aditiva pode contribuir. Nesse contexto, a utilização do modelo Kit molecular (Figura 12), disponibilizado na plataforma Thingiverse por Paulo Menezes proporciona uma contribuição para a visualização dos

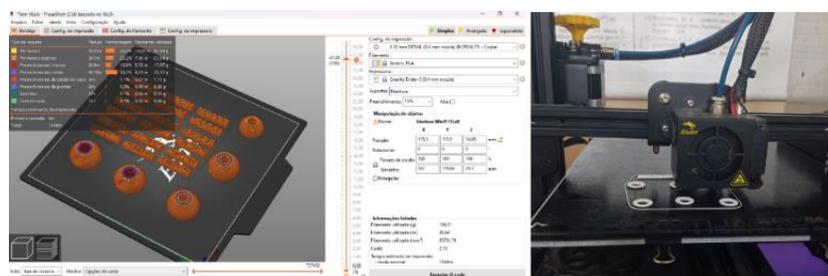
conceitos relacionados à química orgânica, podendo potencialmente facilitar a compreensão do tema. No entanto, o processo de impressão do objeto apresentou desafios, especialmente no que diz respeito ao redimensionamento do modelo conforme desejado, bem como na seleção do método mais adequado de fatiamento e preenchimento. As tentativas iniciais destacaram a importância de não se limitar apenas à escolha do objeto e à sua colocação para impressão, ressaltando a necessidade de compreender o funcionamento do fatiador e reconhecer como cada aspecto pode influenciar na aparência final do produto impresso, (Figura 13). Logo após analisar diversos modelos, escolher e imprimir, ele foi exposto na V Jornada de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente e na Semana de Química da UFRPE, onde recebeu o prêmio de menção honrosa, Figura (15). Nesse evento, docentes e discentes da área de ensino de química tiveram a oportunidade de expressarem suas opiniões sobre o uso da impressão 3D como uma ferramenta facilitadora no processo de ensino-aprendizagem. Essa abordagem não apenas viabiliza a criação de modelos que aprimoram a compreensão de conteúdos da química orgânica, mas também proporciona benefícios para outras disciplinas dentro da área de ciências da natureza.

**Figura 12** - Modelo Kit molecular de Paulo Menezes

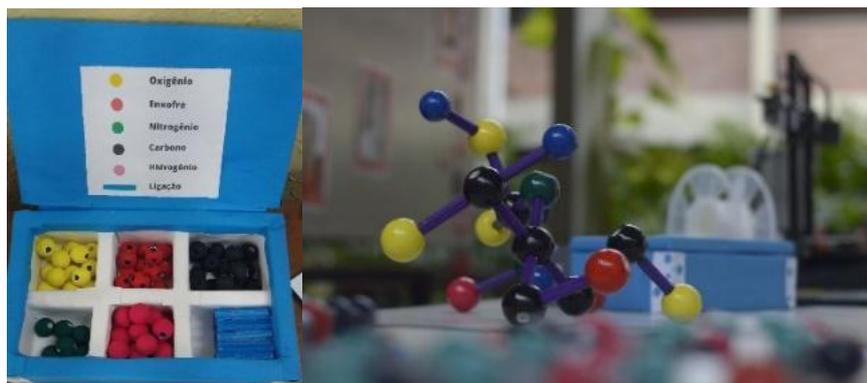


**Fonte:** Thingiverse, 2023.

**Figura 13** - Redimensionamento, fatiamento, preenchimento e impressão do objeto.



**Fonte:** Próprios autores, 2023.

**Figura 14** - Kit molecular impresso pelo grupo GPQA

Fonte: Próprios autores, 2023.

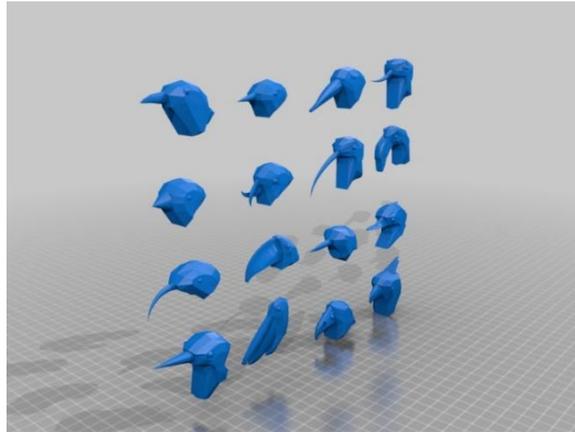
**Figura 15** - Participação na V JCTMA (A) e na Semana de Química da UFRPE (B)

Fonte: Próprios autores, 2023.

#### 4.3 Modelos anatômicos dos diferentes tipos de bicos de aves (QPVZ)

Diante da proposta que tínhamos enquanto grupo, precisávamos abarcar um nicho em específico o qual conseguisse trazer as perspectivas de alguma área do conhecimento a qual fosse possível acrescentarmos aos alunos conteúdo voltado para educação ambiental, saúde animal e/ou ecologia, nesse sentido então, nos direcionamos aos modelos didáticos para o ensino de biologia. A escolha das peças foi determinada a partir de critérios didáticos e funcionais, sendo assim, optamos por um modelo disponibilizado no site Thingiverse que destacava exatamente os bicos de aves, com os quais poderíamos abordar a relação entre o formato do bico e a alimentação destes animais.

O grupo optou por modelos poligonais não só por conta, pois como a finalidade era avaliar os formatos dos bicos das aves com a alimentação, não havia necessidade de um modelo com grande detalhamento. Algumas das pequenas peças precisaram de ajustes de redimensionamento, os quais foi possível serem realizadas no próprio software de fatiamento, sem prejudicar a qualidade das peças. Posteriormente foram pintadas e reservadas.

**Figura 16** - Modelo virtual de bicos de aves

**Fonte:** Thingiverse, 2023.

Inspirados na Teoria de Darwin sobre a adaptação e evolução das espécies, a exposição "Explorando a diversidade dos alados" utilizou os modelos impressos em 3D para ilustrar as variações nos bicos de pássaros, evidenciando as particularidades morfológicas resultantes de seus ambientes. A exposição alcançou com sucesso seu objetivo principal de transmitir o conhecimento sobre as adaptações das espécies de forma lúdica, utilizando a impressão 3D como meio de representação, antes limitada a fotos e conceitos nos livros e redes. Ademais, a utilização das peças tridimensionais facilitou a compreensão da diversidade adaptativa presente nas aves. Ao poderem visualizar de perto e manipular as diferentes formas de bicos, os estudantes estabeleceram uma conexão direta entre essas características e as estratégias alimentares específicas das aves.

---

102

**Figura 17** - Modelo Impresso antes do acabamento

**Fonte:** Próprios autores, 2023.

**Figura 18** - Modelo após o acabamento

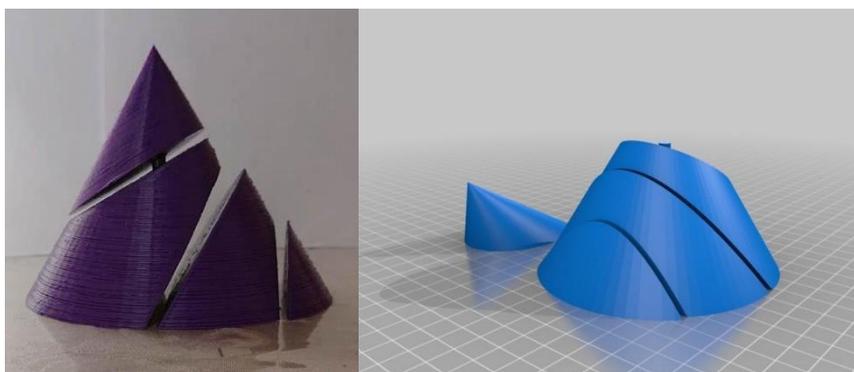
Fonte: Próprios autores, 2023.

#### 4.4 Cônicas e uma taça Pitagórica (GPMF)

O grupo dedicado à interseção entre Matemática e Física delineou uma abordagem centrada na criação de modelos didáticos que pudessem ilustrar conceitos fundamentais dessas disciplinas de forma visualmente didática. Após algumas discussões, os modelos escolhidos foram um cone de revolução com suas seções representando as cônicas e uma taça pitagórica.

A escolha do modelo representando as "Seções Cônicas" reflete o compromisso didático do Grupo de Matemática e Física em tornar conceitos complexos acessíveis aos estudantes. O modelo, disponível no site no Thingiverse por "mcdanlj," foi selecionado pela sua capacidade de visualizar claramente as diferentes seções cônicas: circunferências, elipses, parábolas e hipérbolas. A impressão 3D do modelo foi realizada com sucesso, utilizando o formato estereolitográfico (STL) para capturar detalhes precisos.

---

 103
**Figura 19** - Modelo de Seções Cônicas

Fonte: Thingiverse, 2023

O tempo de impressão de 4 horas e 30 minutos permitiu que o grupo otimizasse a qualidade e a precisão do resultado que, por sua vez, apresentou um cone de revolução com seções claramente visíveis, proporcionando uma representação gráfica das cônicas mais conhecidas. Ao final da impressão, foi proposta a criação de uma base para acomodar o modelo da melhor maneira. Tal base foi criada no 3DBuilder, além disso pequenos ajustes foram feitos para o melhor encaixe do pino superior e foram usadas tintas "acrílicas" para a finalização dele. A escolha de cores e

acabamento foi cuidadosamente considerada para facilitar a compreensão visual dos diferentes elementos matemáticos presentes no modelo.

**Figura 20** - Modelo de Seções Cônicas finalizado e impresso pelo GPMF



**Fonte:** Fonte: Próprios autores, 2023.

O segundo modelo desenvolvido pelo grupo, a taça pitagórica, possui uma característica relacionada ao seu design funcional. Essa taça é concebida de maneira a desafiar as expectativas convencionais: quando transbordada com um líquido, como água, ela seca totalmente. Caso o nível do líquido não ultrapasse determinada altura, a água se mantém. A ideia por trás desse conceito está fundamentada no Teorema de Pitágoras e nas propriedades geométricas da taça. A forma específica da taça faz com que, ao atingir uma determinada altura, o líquido ultrapasse um ponto crucial, permitindo que a água escoe e alcance as partes inferiores da taça, resultando em vazamento.

104

**Figura 21** - Modelo de Taça Pitagórica impresso pelo GPMF



**Fonte:** Fonte: Próprios autores, 2023.

A primeira tentativa de impressão dessa taça enfrentou desafios, apresentando erros e falhas no design que comprometeram sua funcionalidade. Ao colocar água na taça, observou-se vazamento por várias áreas, evidenciando a necessidade de refinamento no processo de impressão. A solução para esse problema envolveu a impressão de um segundo modelo com uma espessura

mais densa e maior atenção aos detalhes do design. Essa abordagem resultou em uma taça pitagórica funcional, capaz de reter água até que um determinado nível fosse ultrapassado.

A apresentação dos modelos durante eventos acadêmicos não apenas ilustra a interconexão entre Matemática e Física, mas também destaca a importância de abordagens práticas no processo de ensino-aprendizagem.

**Figura 22** - Participação na V JCTMA (A) e na Semana de Matemática (B)



**Fonte:** Próprios autores, 2023.

Além dos modelos impressos, a atividade teve como resultado três exposições e dois minicursos. A primeira exposição foi realizada na V Jornada de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente em 8 de agosto de 2023, na ocasião também ministramos um minicurso, em parceria com o professor Edgar Amorim.

**Figura 23** - Mostra 3D e Minicurso de Impressão 3D na V JCTMA



**Fonte:** Próprios autores, 2023.

A segunda e exposições foram realizadas da Feira de Profissões da UFRPE e na XV Semana de Matemática da UFRPE, respectivamente. Na ocasião, os PETianos tiveram contato com estudantes de escolas de Recife, bem como, de diversos cursos da UFRPE.

**Figura 24** - Exposição de Impressão 3D na Feira de Profissões da UFRPE



Fonte: Próprios autores, 2023.

**Figura 25** - Exposição de Impressão 3D na XV Semana de Matemática da UFRPE



Fonte: Próprios autores, 2023.

Por fim, na XII Semana da Física, houve a apresentação de um minicurso propondo expor essa tecnologia e possibilitar que os participantes realizassem sua primeira impressão.

**Figura 26** - Exposição de Impressão 3D na XV Semana de Matemática da UFRPE



Fonte: Próprios autores, 2023.

Vale destacar que os objetivos iniciais foram alcançados e a atividade trouxe bastante frutos como publicações em anais de eventos e premiações. Por fim, o grupo teve contato com pesquisa,

através da busca dos temas, modelos etc., com o ensino e a extensão, através dos minicursos e exposição, mostrando a versatilidade e o grande potencial desta atividade.

## 5. Considerações Finais

Tendo em vista as diversas aplicações da manufatura aditiva e a rapidez na construção de modelos funcionais em comparação aos métodos tradicionais feitos manualmente, os produtos resultantes da experiência com a Impressão 3D representam o sucesso na aquisição e aprofundamento de conhecimentos sobre esse processo tecnológico inovador. A pesquisa e produção de recursos didáticos em 3D permitiram aos participantes envolvidos na atividade uma imersão na investigação e resolução de problemas reais no processo de ensino-aprendizagem de diferentes áreas, como física, química, matemática e biologia. Diante disso, é possível analisar a multidisciplinaridade desta tecnologia associada à educação, que apoia o processo de ensino com a utilização de metodologias ativas, facilitando a compreensão de conceitos abstratos.

Além de proporcionar a aquisição de uma nova habilidade, complementando a formação dos estudantes do PET como futuros profissionais, o objetivo do Programa de Educação Tutorial (PET) é verificar o aperfeiçoamento profissional dos alunos vinculados ao programa. A pesquisa e a produção de materiais também resultaram em exposições e minicursos em diferentes eventos na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Os modelos desenvolvidos foram apresentados na V Jornada de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, XIX Feira de Profissões, XV Semana de Matemática e XII Semana da Física, reforçando a conclusão de outro objetivo da atividade, que é a exposição didático-científica e a disseminação do conhecimento sobre manufatura aditiva dentro da instituição.

## Referências

ABREU, Sofia Alexandra Chaves. **Impressão 3D baixo custo versus impressão em equipamentos de elevado custo**. 2015.

DA SILVA, Daniel Rocha. **PROCESSOS EM DESIGN 3D DE ESTRUTURAS ÓSSEAS PARA MANUFATURA ADITIVA EM SLA**. Revista Multidisciplinar em Saúde, v. 4, n. 3, p. 136-141, 2023.

MONTEIRO, Marco Túlio F. **A impressão 3D no meio produtivo e o design: um estudo na fabricação de joias**. PPGD-Universidade do estado de Minas Gerais. Brasil-MG, 2015.

DA SILVA, Dailene Nogueira. **A Tridimensionalidade da superfície vestível e a impressão 3D: processos, estratégias e experimentações**. 2020. Tese de Doutorado. Universidade de Lisboa (Portugal).

DIMITROV, D.; SCHREVE, K.; DE BEER, N. **Advances in three dimensional printing – state of the art and future perspectives**. Rapid Prototyping Journal, Stellenbosch, v. 12, n. 3, p. 12, 2006. ISSN 1355-2546.

VOLPATO, N. **Manufatura aditiva: tecnologia e aplicações da impressão 3D**. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2017.

ALHILFI, Hayder. DNA model. MyMiniFactory, 2021. Disponível em: <https://www.myminifactory.com/object/3d-print-dna-model-154781>. Acesso em: 26 de maio de 2023.

FULL-COLOR DNA BUILDING KIT. Printables, 2019. Disponível em: <https://www.printables.com/model/6777>. Acesso em: 26 de maio de 2023.

AUTODESK TINKERCAD. Tinkercad. Disponível em: <https://www.tinkercad.com/>. Acesso em: 19 de outubro de 2023.

THINGIVERSE: Molecular Kit. Ultimaker Thingiverse. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:1376712> . Acesso em: 31 de janeiro de 2024.

THINGIVERSE. 16 Different Bird Beaks. Ultimaker Thingiverse. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:4931668>. Acesso em: 31 de janeiro de 2024.

THINGIVERSE: Conic Sections demonstration model. Ultimaker Thingiverse. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:3416543> . Acesso em: 31 de janeiro de 2024.

THINGIVERSE: PYTHAGOREAN CUP without central pin. Ultimaker Thingiverse. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:621283> . Acesso em: 31 de janeiro de 2024.

Recebido em: 30/07/2024

Aceito em: 30/08/2024