

MODELAGEM 3D: DESENVOLVIMENTO E APRIMORAMENTO DE UM MATERIAL DIDÁTICO PARA ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Willyane Camille Santana dos Santos ¹
Lucas da Silva Cesário ²
Hillary Agatha Gomes da Silva ³
Lorena Brizza Soares Freitas ⁴
Edgar Corrêa de Amorim Filho ⁵

RESUMO

A utilização da modelagem e impressão 3D tem se destacado em diversas áreas, demonstrando um potencial para um desenvolvimento de materiais didáticos. Nesse contexto, sua aplicação para aprimorar o processo de aprendizagem de estudantes com deficiência visual surge como um diferencial significativo. O objetivo deste trabalho é relatar uma experiência desenvolvida no grupo Conexões dos Saberes, A Ciranda da Ciência vinculado ao Programa de Educação Tutorial (PET) na Universidade Federal Rural de Pernambuco que envolve a modelagem de um material didático e a construção de um protótipo que visa sintetizar as informações sobre os modelos atômicos de John Dalton, Joseph J. Thomson, Ernest Rutherford e Niels Bohr, com descrição em Braille. A experiência se desdobrou em cinco momentos, sendo eles: formação no software Blender, pesquisa de modelos atômicos na plataforma Thingiverse, aprimoramento do material didático selecionado, traduções das informações dos modelos para Braille no site “Tradutor Braille”, o desenvolvimento da placa de suporte dos modelos com a impressão da tradução e impressão dos modelos. Essa vivência proporcionou um aperfeiçoamento nas habilidades que norteiam a modelagem de objetos 3D, um olhar mais empático para os desafios enfrentados em sala de aula no processo de aprendizagem tanto de alunos que apresentam dificuldades em visualizar os modelos como os estudantes com deficiência visual, e resultou em um protótipo que poderá ser utilizado nas aulas de ciências na abordagem do conteúdo de modelos atômicos.

Palavras-chave: Impressão 3D, Modelos atômicos, Braille.

INTRODUÇÃO

A impressão 3D revolucionou diversos setores ao permitir a criação e impressão precisa de objetos tridimensionais a partir de modelos digitais. Essa tecnologia encontra

¹ Graduanda do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, willyane3071@gmail.com;

² Graduando do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, lucassilcesario@gmail.com;

³ Graduanda do Curso de Licenciatura em História da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, agathahillary755@gmail.com;

⁴ Professora: Doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, lorena.brizza@ufrpe.br;

⁵ Professor: Doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, edgar.amorim@ufrpe.br.

aplicações em áreas como medicina, engenharia, arte e na educação. No contexto educacional, a impressão 3D facilita a produção de materiais didáticos personalizados, permitindo aos alunos uma experiência de aprendizado mais interativa e prática.

Na educação, especialmente no ensino de química, a impressão 3D pode ser utilizada para criar modelos moleculares e equipamentos laboratoriais, proporcionando uma compreensão mais tangível dos conceitos abstratos que norteiam o entendimento dessa ciência. Essa tecnologia apresenta ainda um potencial diferenciado quando aplicada à produção de materiais didáticos acessíveis, como, por exemplo, com recursos em Braille para estudantes com deficiência visual.

O ensino de química em Braille pode se beneficiar significativamente da impressão 3D. Esses recursos táteis ajudam a tornar o ensino mais inclusivo, permitindo que estudantes cegos ou com baixa visão possam explorar a estrutura atômica, fórmulas químicas e reações de maneira interativa e prática. Assim, a impressão 3D emerge como uma ferramenta para promover a acessibilidade e a compreensão no ensino de química não só de alunos que apresentam deficiência visual, mas também de estudantes que manifestam dificuldades em entender e identificar essa ciência no seu cotidiano.

Diante disso, o objetivo deste trabalho é relatar uma experiência desenvolvida no grupo Conexões dos Saberes, A Ciranda da Ciência vinculado ao Programa de Educação Tutorial (PET) na Universidade Federal Rural de Pernambuco que envolve a modelagem de um material didático e a construção de um protótipo que visa sintetizar as informações sobre os modelos atômicos de John Dalton, Joseph J. Thomson, Ernest Rutherford e Niels Bohr, com descrição em Braille.

METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho estruturou-se em cinco momentos, sendo eles: formação no software Blender, pesquisa de modelos atômicos na plataforma Thingiverse, aprimoramento do material didático selecionado, traduções das informações dos modelos para Braille no site “Tradutor Braille” e construção da placa com o texto em Braille, e impressão dos objetos.

Formação no software Blender

A formação no software Blender foi realizada por um grupo de pesquisa da UFRPE conhecido como “Plural”, essa formação ocorreu em dois encontros cada um com duração de duas horas. No primeiro encontro, a dupla de formadoras apresentou os

três modos (Edição, Modelagem e escultura), interface do software, eixos X, Y e Z de orientações, ferramentas de posição, rotação, movimentação, seleção de elemento e exclusão, além de indicar como fazer a inserção de objetos e atalhos de acesso rápido aos comandos, imagem 1 - (A).

No segundo encontro, as formadoras focaram na transformação de imagens em objetos 3D, na extrusão de peças, no corte de malhas, destacando como selecionar as faces, fazer furos e cortes orgânicos, ademais utilizou-se o modo escultura onde usamos as ferramentas para suavizar objetos, ou seja, arredondar pontos com vértices, por fim, para aplicar todo o conhecimento construído durante a formação foi feita uma atividade, cujo objetivo foi a construção de um objeto a partir de uma imagem de um embrião do peixe-zebra, imagem 1 - (B).

Imagem 1 - Primeiro encontro (A) e segundo encontro (B).



Fonte: Próprio autor, 2024.

Pesquisa na plataforma Thingiverse

A plataforma Thingiverse é uma comunidade online destinada à impressão 3D e modelagem digital, onde os usuários podem compartilhar, descobrir e baixar designs tridimensionais gratuitos. A Thingiverse se tornou um dos maiores repositórios de modelos 3D, oferecendo uma vasta gama de objetos que variam desde brinquedos, ferramentas, peças de arte, objetos do dia a dia e materiais didáticos a qual são o foco deste trabalho.

Diante disso, utilizamos a plataforma Thingiverse para selecionar os modelos atômicos de John Dalton, Joseph J. Thomson, Ernest Rutherford e Niels Bohr. Observamos que dois desses modelos precisavam de melhorias para se aproximar ao máximo das ideias dos modelos de cada cientista.

Aprimoramento do material didático

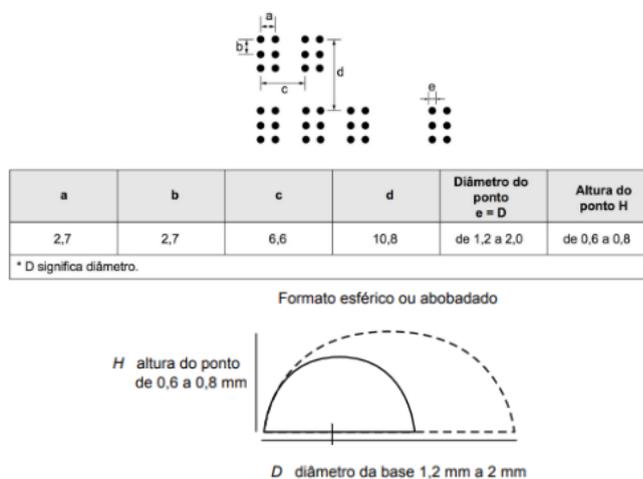
Ao analisar os modelos, observamos que os de Rutherford e Thomson seria necessária uma adaptação, pois no modelo de Thomson os elétrons são cargas negativas incrustadas em uma massa positiva, e o modelo encontrado não apresentava isso na impressão.

Já no modelo de Rutherford, por exemplo, há a descrição de um modelo comparado ao Sistema Solar ou Planetário, no entanto, o modelo encontrado limita a eletrosfera a uma visão horizontal e os elétrons não sinalizam as cargas negativas, logo pensamos em dinamizar esse modelo e acrescentar as cargas negativas.

Transcrição das informações para Braille e construção da Placa

Para fazer a transcrição dos textos para Braille levamos em consideração os parâmetros delimitados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) no item 5.2.9.2.4 da **NBR 9050**, onde a medida em milímetro está em destaque logo abaixo na imagem 2.

Imagem 2 - Parâmetros da ABNT para a construção de placas em Braille.



Fonte: ABNT NBR 9050, 2015.

Considerando esses parâmetros, a tradução foi realizada da seguinte forma: primeiramente, definimos os textos de cada modelo atômico que estaria presente na placa.

posteriormente, unimos todas para formar uma única placa. Este software permite a escolha da altura, diâmetro, espessura e margens da placa, respeitando as normas da ABNT, imagem 3.

Imagem 3 - Interface do software Text2Braille3D.



Fonte: Text2Braille3D.

Após construir as placas, é só gerar o modelo 3D e colocamos todas elas arranjadas para respeitar a ordem do texto no aplicativo do blender, e em seguida imprimir.

Impressão dos objetos

Para realizar a impressão dos modelos atômicos e da placa, utilizamos o software chamado de PrusaSlicer, um fatiador que o seu principal objetivo é converter modelos tridimensionais em um conjunto de instruções específicas para impressoras 3D, otimizando a qualidade e a eficiência da impressão. Além disso, ele permite aos usuários ajustar diversos parâmetros, como a altura das camadas, a temperatura e a velocidade de impressão, possibilitando uma personalização detalhada conforme a necessidade de cada objeto. Após os objetos serem fatiados no software PrusaSlicer seus arquivos foram colocados na impressora 3d Creality Ender 3 Pro e colocados para imprimir, as placas levaram em média 100 horas e os modelos atômicos 60 horas.

REFERENCIAL TEÓRICO

Impressão 3D

Segundo RELVAS (2018), a impressão 3D ou prototipagem rápida, desenvolvido por Chuck Hull, em 1984, é um sistema de produção aditiva utilizado para construir objetos com base em um desenho moldado digitalmente. Essa tecnologia evoluiu

significativamente após o seu desenvolvimento, com o surgimento de novos métodos e técnicas para a melhoria desse sistema, as quais foram separadas em categorias, por exemplo, fotopolimerização em tanque, umas da primeira técnicas de impressão com a utilização de insumos líquidos fotossensíveis solidificados e a laminação de chapas, que se estrutura a partir da utilização de lâminas para o depósito da matéria-prima, que posteriormente é comprimida entre as lâminas.

Ademais, na impressão 3D se faz necessário que o objeto tridimensional tenha previamente suas dimensões e estruturas delimitadas que posteriormente é enviado para o fatiador e por fim para a impressora que realiza a impressão do objeto camada por camada até moldar o produto final. A tecnologia presente na impressão 3D, é revolucionária, pois, seu processo apresenta rapidez na fabricação, baixo custo, além disso, não é necessário a utilização de moldes para realizar a impressão.

As impressoras 3D possuem a capacidade de realizar a impressão de uma ampla variedade de produtos, permitindo a sua aplicação em diversas áreas, seja no comércio, uso pessoal e até mesmo na educação, podendo abranger desde o ensino fundamental ao ensino superior. Nesse sentido, abordando objetivamente a utilização no ensino, a impressão 3D apresenta uma significativa relevância no processo de aprendizado, podendo abranger desde o ensino fundamental ao ensino superior.

Tratando da sua utilização no ensino, segundo HOOKS (2013), o ambiente educacional deve ser para o estudante um local de entusiasmo e também de valorização da autonomia, seguindo esse parâmetro, a impressão 3D apresenta uma significativa relevância no processo de aprendizagem ao expressar um teor dinâmico, interdisciplinar e inclusivo, possibilitando aulas com metodologias ativas que estimulam a participação do educando, além disso, é possível realizar a construção de recursos pedagógicos para serem usadas dentro e fora do ambiente escolar.

Braille

No desenvolvimento das placas foi utilizado como referencial, o sistema universal de leitura para pessoas cegas, braille, inventado em 1825 por Louis Braille, que aos três anos, após furar o olho esquerdo em um acidente com os instrumentos de trabalho de seu pai, contraiu uma infecção generalizada que afetou suas córneas, ocasionando a cegueira.

Nesse período, a educação para pessoas com deficiência visual era estritamente limitada e baseada em um sistema de escrita que permitia apenas conhecimento dos

sons e a repetição através da escuta. Diante dessas dificuldades, Louis se dedicou ao desenvolvimento de um sistema em relevo que se estrutura com base em seis pontos e permite o conhecimento ortográfico, numérico e musical.

A construção desse sistema tinha o intuito de propiciar um ensino mais inclusivo para os indivíduos com deficiência visual, muito embora, apesar do conhecimento pedagógico e os recursos tecnológicos presentes na atualidade, a aplicação do Braille no ambiente escolar ainda se estabelece como uma dificuldade e limitação ao desenvolvimento educacional, tendo em vista que, a falta de materiais e recursos didáticos com transcrição em Braille excluem o educando da sala de aula regular.

Ademais, tratando especificamente do ensino de química, apesar do baixo quantitativo de materiais com adaptações e metodologias para a educação de pessoas cegas e com baixa visão, em 2002, o Ministério da Educação realizou a publicação da Grafia Química Braille, visando possibilitar a compreensão da estrutura escrita e também a leitura da linguagem química por educandos com deficiência visual. Esse material se estabeleceu como um dos principais referenciais teóricos para estudantes e professores no ambiente escolar, apresentando os principais conceitos, símbolos, diagramas e estruturas da química.

Diante disso, é nessa perspectiva que se norteia o presente trabalho, construindo uma relação entre ensino de química e uma educação mais inclusiva, a partir da transcrição das informações dos modelos atômicos em Braille, o que possibilita a participação do estudante com deficiência visual e baixa visão, contribuindo significativamente para um maior e melhor acesso das pessoas cegas ao conhecimento químico no ensino regular.

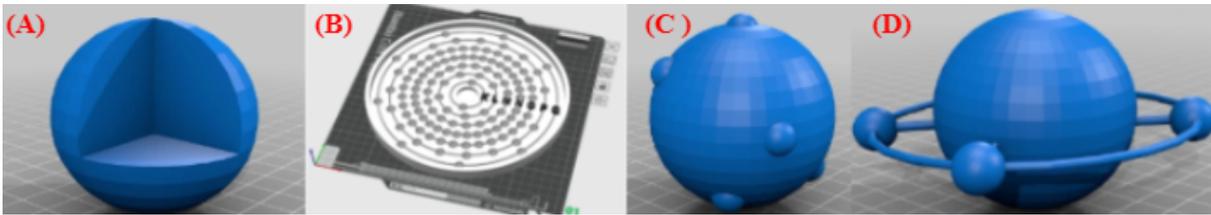
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o uso do software Blender, foi possível aproveitar a interface, especificamente no modo de edição e modelagem, para criar uma base que unisse todas as placas de Braille geradas. Além disso, foi construído um suporte para os modelos atômicos.

Ao realizar a pesquisa na plataforma Thingiverse, encontramos quatro modelos atômicos que complementaríamos a placa em Braille, imagem 4. Entretanto, ao analisar os modelos, observamos que dois deles precisavam de melhorias para facilitar ainda mais a compreensão da evolução atômica. Os modelos de Dalton e Bohr representavam bem as

características descritas por esses cientistas, logo não foi preciso fazer alterações, então só imprimimos eles, Imagem 5 - (C) e (D)

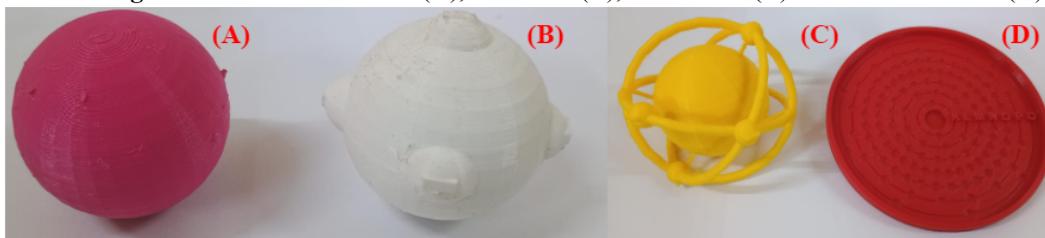
Imagem 4 - Modelo de Dalton (A), Modelo Bohr (B), Thomson (C) e Rutherford (D).



Fonte: Thingiverse - Paulo Menezes, 2019, e Modelos químicos, 2024.

No entanto, decidimos que os modelos de Thomson e Rutherford necessitavam de melhorias, pois tanto os estudantes com deficiência visual quanto os que não apresentam essa deficiência precisam identificar as cargas negativas nos modelos. Logo, inicialmente, essas cargas eram representadas apenas por esferas para simbolizar os elétrons (imagem 4). Para facilitar a compreensão inserimos o sinal de menos (-) para sinalizar os elétrons em ambos os modelos e no de Rutherford colocamos mais anéis com elétrons ao redor do núcleo distribuídos de forma aleatória, imagem 5.

Imagem 5: Modelo de Dalton (A), Thomson (B), Rutherford (C) e Modelos de Bohr (D)



Fonte: Próprio autor, 2024.

Em seguida, os textos que tinham sido traduzidos no Tradutor serviram como parâmetro de correção para os textos gerados nas placas. As placas precisavam ser geradas conforme as normas da ABNT, portanto, utilizamos o Text2Braille3D para gerar pequenas placas e o software Blender para unir todas e colocar para imprimir, a imagem 6 representa uma frase gerada no software Text2Braille3D.

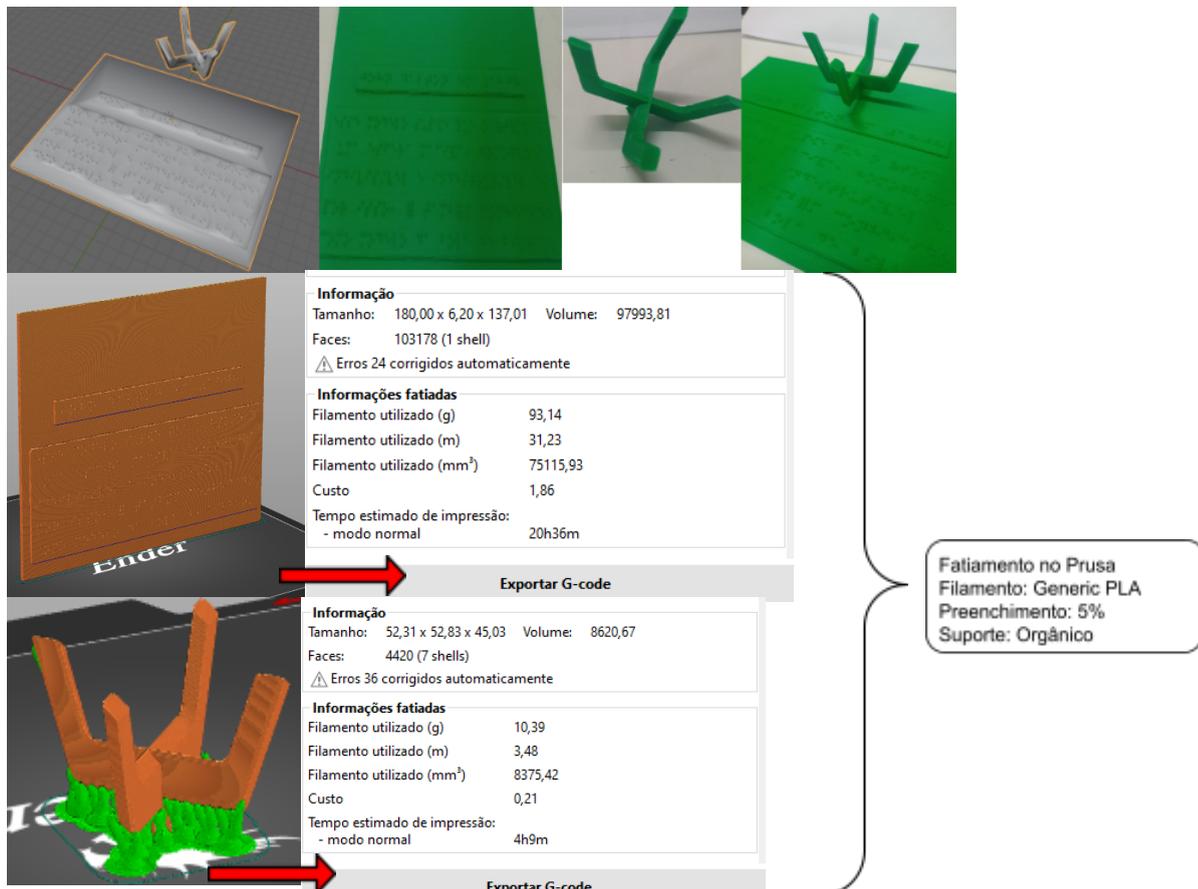
Imagem 6 - Primeira frase do modelo de Dalton.



Fonte: Próprio autor, 2024.

Após gerar cada placa e unir todas em uma única peça, pensamos em reunir todas as informações sobre aquele modelo em um único objeto. Essa junção foi feita no Blender, em seguida foi fatiado no PrusaSlicer e impresso, as placas foram impressas na vertical, pois as celas em Braille ficaram danificadas quando estavam na horizontal, imagem 7.

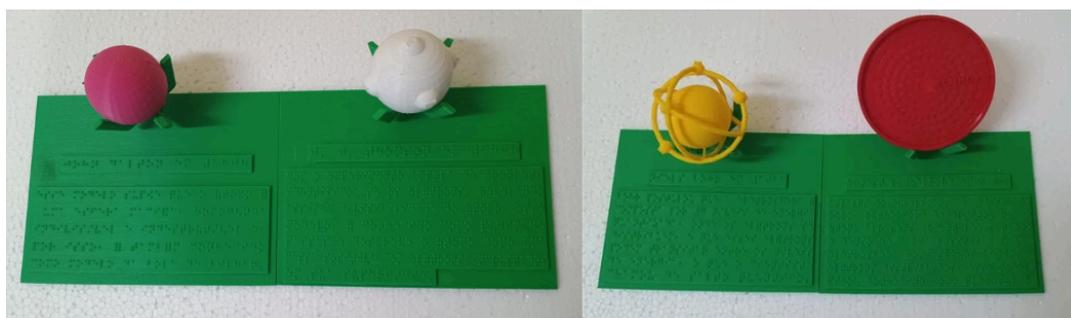
Imagem 7 - Fatiamento e impressão da placa de Dalton.



Fonte: Próprio autor, 2024.

Esse processo se repetiu para os outros modelos, até que os quatro estavam prontos e foram alinhados em uma placa de acrílico com os modelos atômicos, imagem 8.

Imagem 8 - Placas em braille e modelos atômicos.

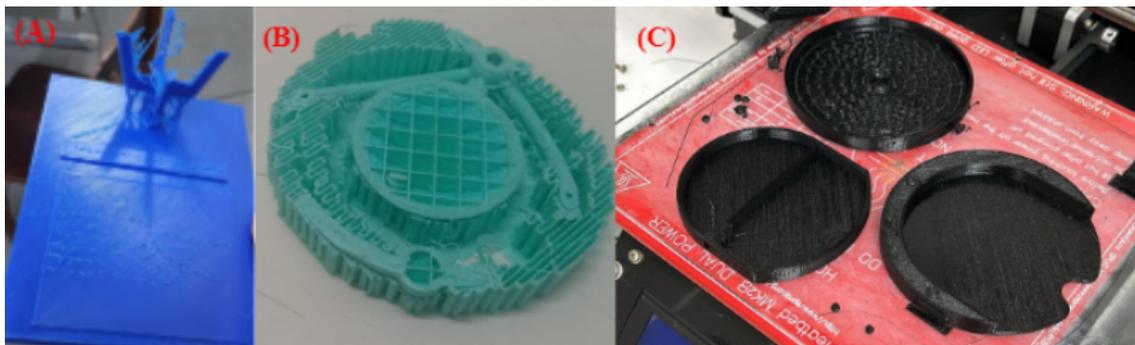


Fonte: Próprio autor, 2024.

Como os integrantes deste trabalho não são especialistas em Braille, foi necessário encontrar uma instituição para avaliar nosso trabalho. As placas foram enviadas ao Centro de Apoio Pedagógico para Atendimento às Pessoas com Deficiência Visual, instituição localizada na Região Metropolitana do Recife, onde cinco professores leram a placa em Braille, e validaram as placas.

Durante a impressão dos modelos e das placas, alguns erros ocorreram como a não formação das celas em Braille, impossibilitando a leitura do texto, imagem 9 - (A). Ademais, as esferas do modelo de Bohr não foram formadas e a impressão não apresentou os detalhes do modelo devido à temperatura elevada (230 °C) da impressora, imagem 9 - (B), e o modelo de Rutherford que devido ao suporte não ser o orgânico dificulta a limpeza da peça e rompimentos das eletrosferas, imagem 9 - (C).

Imagem 9 - Erros de impressão - Primeira placa em Braille (A), modelo de Rutherford (B) e modelo de Bohr (C).



Fonte: Próprio autor, 2024.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, pode-se afirmar que o objetivo do trabalho foi alcançado e validado. Ademais, é importante destacar que o processo de manufatura aditiva é demorado e trabalhoso, o que sintetizamos neste relato é o resumo de um trabalho de meses. Logo, considerando a produção de um recurso que possa ser usado por estudantes com deficiência visual e por aqueles sem essa deficiência, é necessário respeitar todos os parâmetros regulamentados para produzir um material didático eficaz. Compreender os conteúdos abstratos de química é uma realidade desafiadora para todos os alunos. Como perspectivas futuras, destacamos o uso dessa ferramenta educativa para ambos os públicos de estudantes.

AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos vão ao Programa de Educação Tutorial pelo constante incentivo à pesquisa, ensino e extensão, ao Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) pelo subsídio fornecido e ao grupo de pesquisa de Prototipagem do Centro de Apoio à Pesquisa da UFRPE (CENAPESQ).

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 9050:2015. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015. 148 p. Disponível em: https://docs.wixstatic.com/ugd/a107db_3708a40ba3f24192969db6500c6a3084.pdf.

Acesso em: 1 jun. 2024.

HOOKS, Bell. Ensinando a Transgredir: A Educação como Prática da Liberdade. Editora: Martins Fontes, 2013.

MEDRADO, B. P.; DANTAS, R. DOCÊNCIA E INCLUSÃO: O BRAILLE VIRTUAL COMO FERRAMENTA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES. Linguagem Estudos e Pesquisas, v. 22, n. 1, 2018

PRUSA RESEARCH. PrusaSlicer [software]. Versão 2.4.0, 2022. Disponível em: <https://www.prusa3d.com/prusaslicer/>. Acesso em: 25 mai. 2024.

RELVAS, Carlos. O Mundo da Impressão 3D e o Fabrico Digital. Engebook, 2018.

ULTIMAKER THINGVERSE. Disponível em: <<https://www.thingiverse.com/>>. Acesso em: 30 de jan de 2024.

WEB, S. Impressão 3D na educação: como aplicar e quais são os benefícios. Disponível em: <<https://selbetti.com.br/impressao-3d-na-educacao/>>. Acesso em: 30 de jun de 2024