

## DESENVOLVENDO O APRENDIZADO EXPERIMENTAL E INVESTIGATIVO: MOVIMENTO STEAM E A FABRICAÇÃO DIGITAL

### DEVELOPING EXPERIMENTAL AND INVESTIGATIVE LEARNING: STEAM MOVEMENT AND DIGITAL MANUFACTURING

Luciana da Fonseca Monteiro<sup>1</sup>  
Everaldo da Silva<sup>2</sup>

**RESUMO:** O Lego tem uma capacidade tecnológica muito sofisticada, auxiliando no processo que envolve a utilização do plástico. Com acabamento superficial dando brilho às peças, tendo precisão na impressão delas no processo da injeção. Verifica-se que o uso de materiais ecológicos e sustentáveis também está sendo utilizado como ferramenta educativa. Neste estudo, a pesquisa aprofundou os vários tipos de plásticos, bem como o processo de produção do filamento, que é um tipo de plástico denominado ABS ou PLA, utilizado em impressoras 3D. Além disso, pode-se entender a origem do próprio material didático, o "LEGO". O estudo contribui para a sustentabilidade, cuidado com o meio ambiente, ênfase na reciclagem e redução da poluição. O estudo incentiva os alunos a explorarem a pesquisa e a construção de extrusoras de filamento, estimulando-os a reciclar garrafas PET para esse processo. Com isso, é possível explorar a importância da reciclagem e uma nova forma de reutilização de materiais na construção de outros. A base teórica do estudo aborda o movimento *STEAM*, o processo de fabricação digital, os tipos de impressão 3D, a construção de uma extrusora de filamentos e a produção de filamentos para impressoras, bem como o tipo de arquivo utilizado para esses fins. Com a execução do projeto, surgiram considerações relacionadas à capacidade de produzir o filamento na própria escola, contribuindo para o meio ambiente ao economizar e preservar o valor investido em filamento para outros recursos educacionais.

**Palavras-chave:** Metodologias ativas; Movimento *STEAM*; Lego; Fabricação digital.

## 1 INTRODUÇÃO

Desde 1963, as peças de Lego são produzidas a partir do *Acrilonitrila Butadieno Estireno*, conhecido pela sigla ABS, que é um material termoplástico obtido do petróleo rígido e leve, de uso comum na fabricação de produtos moldados.

Cada peça Lego passa por uma elaboração inicial no NX CAD, um programa fornecido pela Siemens, capaz de realizar modelagem 3D, avaliar a qualidade e analisar o comportamento da peça em ambientes virtuais que simulam as leis da física reais. Dessa forma, é possível determinar a resistência da peça antes que ela deforme

---

<sup>1</sup>Licenciada em Pedagogia (UNIASSELVI). Especialista em Metodologias Ativas e Tecnologias Digitais Aplicadas à Educação, do Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina, com recursos do Fundo de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior – UNIEDU/FUMDES. E-mail: monteiro.f.luciana@gmail.com

<sup>2</sup>Cientista Social (FURB). Graduado em Processos Gerenciais (METODISTA). Especialista em Gestão de Pessoas e Recursos Humanos. Especialista em Gestão Escolar. Mestre em Desenvolvimento Regional (FURB). Doutor em Sociologia Política. (UFSC). E-mail: prof.evesilva@gmail.com

ou rache, evitando, assim, o desperdício com peças defeituosas. No processo de construção, a primeira etapa consiste na chegada da matéria-prima: grânulos de ABS.

Em seguida o processo de moldagem, totalmente automatizado, os grânulos são superaquecidos a uma temperatura de cerca de 230°C. O plástico derretido é despejado em moldes pequenos recipientes de metal, em forma de blocos ociosos. Daí saem 1,7 milhão de peças por hora, ou mais de 15 bilhões por ano.

Durante a fase de controle de qualidade, uma equipe seleciona amostras das peças prontas e as submete a testes rigorosos para garantir que estejam em conformidade com os padrões estabelecidos, incluindo medidas e resistência, por exemplo. Diversos funcionários seguem corretamente os sulcos no chão da fábrica, transportando as caixas até outra esteira para despejá-las.

Nesse sentido, o Lego tem uma capacidade tecnológica muito sofisticada na injeção do plástico na qual as peças se encaixam precisamente, que também não envelhece, com acabamento superficial dando brilho às peças, tem uma ótima precisão na impressão delas no processo da injeção. A questão não é apenas a peça LEGO, mas todo o processo que a envolve quando falamos do plástico. Vale mencionar que o uso de materiais ecológicos e sustentáveis também está sendo utilizado como ferramenta educativa.

Vale questionar o fato de muitas pessoas já terem ouvido falar ou mesmo ter brincado com um Lego, encaixando uma peça na outra, criando diversas montagens e construções, desenvolvendo o seu imaginário. Neste estudo, a pesquisa aprofunda os vários tipos de plásticos, bem como o processo de produção do filamento, que é um tipo de plástico denominado ABS ou PLA, utilizado em impressoras 3D. Além disso, pode-se entender a origem do próprio material didático, o "LEGO". Também se compreende a modelagem de cada peça, desenhada em várias plataformas de software de prototipagem.

Na plataforma (*Tinkercad*), ocorreu uma modelagem de projetos que posteriormente foram impressos em 3D, utilizando o filamento PLA e ABS. Com esse objetivo em mente, desenvolveu-se o projeto "Extrusora de filamento", permitindo confeccionar materiais por meio do (*Tinkercad*), utilizando garrafas pet recicladas. Além disso, o projeto trabalhou a interdisciplinaridade destinada à Amostra SA "Semana do meio ambiente".

O plástico é valioso e versátil, seja pela sua utilidade, importância da reciclagem, risco ambiental, química envolvida em sua produção ou pelos processos térmicos de conformação na indústria. Também não podemos ignorar sua relevância econômica.

O Brasil é o quarto maior produtor de lixo plástico do mundo, produzindo cerca de 11 milhões de toneladas de lixo plástico por ano, com apenas 1,2% do plástico sendo reciclado (Fundaj, 2023). Nota-se que o plástico mais utilizado no descarte urbano é o Politereftalato de etileno (PET), um polímero termoplástico de engenharia (Ferreira, 2023). As organizações têm conciliado a reciclagem de plásticos e a tecnologia da impressão 3D para criar soluções inovadoras, de baixo custo e sustentáveis por meio do desenvolvimento de filamentos reciclados com alta qualidade.

O estudo intitulado "Desenvolvendo o aprendizado experimental e investigativo: Movimento *STEAM* e a Fabricação Digital" contribui para a sustentabilidade, cuidado com o meio ambiente, ênfase na reciclagem e redução da poluição. Logo, o estudo incentiva os alunos a explorarem a pesquisa e a construção de extrusoras de filamento, estimulando-os a reciclar garrafas PET para esse processo. Com isso, é possível explorar a importância da reciclagem e uma nova forma de reutilização de materiais na construção de outros. O estudo contribui para o desenvolvimento

econômico local, a sustentabilidade e a democratização da tecnologia da manufatura aditiva, podendo impactar diretamente nas populações carentes.

A base teórica do estudo aborda o movimento *STEAM*, o processo de fabricação digital, os tipos de impressão 3D, a construção de uma extrusora de filamentos e a produção de filamentos para impressoras, bem como o tipo de arquivo utilizado para esses fins. O estudo detalha a metodologia do projeto aplicado, descrevendo como foi desenvolvido. Trabalha também sobre o que foi aprendido com a turma e a metodologia utilizada. Por fim, o processo de avaliação descreve como cada integrante foi avaliado.

Em suma, torna-se importante mencionar que este estudo foi desenvolvido pela bolsista no Curso direcionado de Especialização em “Metodologias Ativas e Tecnologias Digitais Aplicadas à Educação”, do Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina, com recursos do Fundo de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior – UNIEDU/FUMDES. O intuito foi o explorar o potencial transformador das metodologias ativas na Educação Básica.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 MOVIMENTO *STEAM*

*STEAM* é uma abordagem de ensino ativa e interdisciplinar que combina as disciplinas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes, Matemática, Humanidades e consciência ambiental, destacando a colaboração e o diálogo como o elemento central. Nesse sentido, os alunos são incentivados a participar ativamente da aprendizagem, sendo desafiados a encontrar soluções.

O *STEAM* não é considerado uma metodologia nem uma prática baseada na produção de artefatos ou em experimentos que aplicam os conceitos das áreas relacionadas (Merizio; Brandalise; Grippa, 2022). Na verdade, o *STEAM* se concentra na realização de projetos, adotando a metodologia de aprendizagem baseada em projetos (ABP), isso contribui para os alunos compreenderem a relevância dos conhecimentos científicos adquiridos durante a educação básica.

Vale lembrar, que é importante que os projetos sejam cuidadosamente planejados, com foco nos objetivos de aprendizagem desejados e nas habilidades e competências que desejamos desenvolver em sala de aula com os estudantes. Destaca-se a importância de estabelecer diretrizes curriculares com o objetivo de desenvolver competências e habilidades.

### 2.2 FABRICAÇÃO DIGITAL

A educação digital transforma a experiência do ambiente educacional, oferecendo resultados mais dinâmicos. Quando o aluno tem acesso a materiais palpáveis, ele pode compreender os conceitos trabalhados de forma mais concreta, além de desenvolver sua criatividade e se tornar protagonista na resolução eficiente de problemas. Isso não significa que a teoria seja dispensável, mas sim que, além de compreender, é possível materializar o conhecimento. Esse processo de aprendizagem é evidente desde a educação infantil, quando a criança aprende ao tocar, manipular e interagir com os brinquedos ao seu redor. Ele se aplica a qualquer outro estágio da aprendizagem.

Nos últimos anos, diversos trabalhos têm sido realizados na área da impressão 3D, em especial aqueles relacionados ao projeto e desenvolvimento de pequenas extrusoras para a produção de filamentos reciclados. Além disso, há iniciativas

voltadas para a reciclagem de polímeros comumente utilizados em impressoras 3D, a fim de obter um filamento que possa ser competitivo e utilizado perante os comerciais. A produção de filamentos de plástico reciclado para impressora 3D.

### 2.3 IMPRESSORA 3D

A Impressora 3D é uma máquina utilizada na impressão e na fabricação de objetos por meio da deposição de um material utilizando uma cabeça de impressão com bocal ou com outra tecnologia de impressora, sendo útil para fins educacionais e de desenvolvimento de padrões.

Existem vários tipos de máquinas que compartilham semelhanças no processamento, por exemplo, a Prototipagem Rápida é um sistema para gerar objetos tridimensionais, criando um padrão de seção transversal do objeto a ser formado em uma superfície selecionada de um meio fluido capaz de alterar seu estado físico em resposta à estimulação sinérgica apropriada por radiação impingida. Em seguida ocorre o bombardeamento de partículas ou reação química, com lâminas adjacentes sucessivas, representando correspondentes seções transversais sucessivas do objeto, sendo automaticamente formadas e integradas em conjunto para proporcionar um acúmulo laminar por etapas do objeto pretendido. Logo, o objeto tridimensional é formado e retirado de uma superfície substancialmente plana do meio fluido durante o processo de formação (ASTM F2792-12<sup>a</sup>, 2012).

Verifica-se que Charles Hull (1986) começou a trabalhar na fabricação de dispositivos plásticos de foto polímeros no início dos anos 80 na *Ultra Violet Products*, na Califórnia (Ferreira, 2023, p. 29). O processo de fabricação durou de um a dois meses, associado à alta probabilidade de imperfeições de design, exigindo várias modificações para se obter um acabamento. Isso, contribui para que Hull pudesse aperfeiçoar os métodos no desenvolvimento de protótipos. Em 1986, o engenheiro obteve a patente de estereolitografia e criou a empresa 3D Systems. Assim, foi possível desenvolver a primeira impressora 3D, denominada "*Stereolithography Apparatus*", bem como o SLA-250, que foi a primeira impressora 3D para o público em geral (Ferreira, 2023, p. 14).

### 2.4 EXTRUSORA DE FILAMENTO

A extrusão de polímeros é um método mecânico de fabricação contínua de componentes, onde o material é obrigado a passar por uma matriz na qual adquire a forma pré-determinada pela geometria da peça. O poliácido láctico - PLA ou ácido poliláctico - é um polímero feito de moléculas de ácido láctico, com características semelhantes às do tereftalato de polietileno (PET), que é usado para produzir embalagens, mas também é biodegradável, pois se decompõe facilmente em água e dióxido de carbono. O PLA tem um ponto de fusão entre 150 e 160 °C, tornando-se o material mais usado para filamentos de impressoras 3D, uma vez que tem um ponto de fusão maior do que o ABS (*Acrilonitrila butadieno estireno*), que começa a derreter a 90 °C e não é biodegradável.

Neste trabalho, desenvolveu-se um mecanismo de extrusão de filamentos de PLA, que possui um diâmetro de 1.75 mm, sendo compacto e portátil. Esse mecanismo utiliza a técnica de extrusão a quente com alimentação contínua, com resfriamento a ar para fabricar uma quantidade suficiente de filamento para uma impressora. Dessa forma, foi possível criar uma mini extrusora com um controle

adequado para atender às especificações requeridas na produção de filamentos de PLA destinados à impressão 3D.

## 2.5 FILAMENTO PLA

O Poliacido Láctico (PLA) é um dos materiais mais comuns entre as impressoras. É um polímero biocompatível e biodegradável, o que faz com que seja utilizado em suturas biodegradáveis, matrizes para liberação controlada de drogas, implantes ortopédicos biodegradáveis e suportes para crescimento e regeneração tecidual com o uso de arcabouços. Embora possua atributos similares aos polímeros comerciais, o PLA possui propriedades, como a resistência térmica e o módulo de elasticidade, inferiores aos demais materiais. É um polímero com baixa rigidez, boa processabilidade e termicamente estável (Ferreira, 2023).

As maiores vantagens do PLA são o fato de não criar gases tóxicos durante o processo (amolecimento) e poder ser impresso sem sistema de ventilação, ser biodegradável, sem odor e apresentar boa resistência UV (Ferreira, 2023).

A maioria dos filamentos de PLA amolece à temperatura de transição vítrea de 60-65°C, em que o material perde sua rigidez sem mudar de fase. Isso se pode tornar uma limitação para peças que devem permanecer rígidas em ambientes aquecidos (Ferreira, 2023). Outra limitação é que as ligações polares no PLA podem torná-lo suscetível à absorção de água. Em geral não é considerado um bom material estrutural entre as outras opções. O PLA funde em torno de 175°C, mas flui e é extrudado em torno de 215°C (Ferreira, 2023).

## 2.6. MODELAGEM ARQUIVO STL

A prototipagem rápida de modelos 3D é primordialmente gerada por meio de um programa de desenho auxiliado por computador (CAD), dentre eles *Tinkercad*, *AutoCAD*, *SolidWorks*, *Creo Parametric*, *inventor*, entre outros. Porém, o que utilizamos foi o *Tinkercad*.

O projeto original é elaborado no programa CAD e depois é convertido em um arquivo do tipo STL (*Standard Tessellation Language* ou *StereoLithography*). Esse formato de arquivo foi desenvolvido por Charles Hull na 3D Systems e é o formato padrão de transmissão de dados no setor da Impressão 3D (Ferreira, 2023).

O objetivo do código é aproximar as superfícies de um modelo sólido 3D com seções retangulares, em que as coordenadas dos vértices são definidas em um arquivo texto. Ao aumentar o número de triângulos que formam uma superfície, mais pontos de dados são gerados no arquivo de texto para definir espacialmente a superfície da peça. Esse aumento nos vértices resulta em uma maior resolução do objeto impresso, depois que o arquivo é gerado em STL ele é importado para outra plataforma chamada *Ultimaker Cura* transformando esse arquivo em *G Code* para ser impresso na impressora 3D, no qual utilizaremos o filamento produzido na extrusora de filamento.

## 2.7 O TRABALHO PROPOSTO

A proposta do projeto permite trabalhar com o método *STEAM*, que pode ser adaptado para ser abordado em diversas disciplinas, por exemplo, em Educação Tecnológica desenvolveu-se os conceitos tecnológicos; em Matemática, o diâmetro

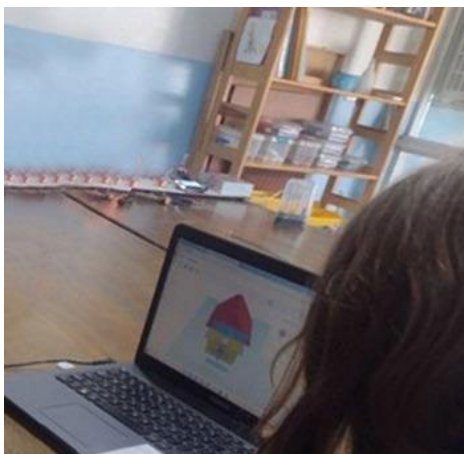
e/ou cálculos; em Artes, o designer do protótipo; em Fabricação Digital, a modelagem geométrica.

Portanto, em Educação Tecnológica, além de trabalhar os conceitos tecnológicos, trabalhou-se o descarte de garrafas Pet, em que por meio de pesquisas, foram encontradas diferentes fontes para chegar a uma conclusão para resolver o problema elaborado previamente.

Além de compreender os procedimentos do plástico para produção de filamentos, buscou-se desenvolver uma extrusora de filamentos. Utilizando uma extrusora com temperatura de 230°C para obter amostras de filamentos reciclados de PET.

A atividade proposta foi a pesquisa aos tipos de plástico e modelagem 3D a serem desenvolvidas como consta na Figura 1:

Figura 1 - Pesquisas e modelagem



Fonte: De autoria própria.

A metodologia utilizada foi dividida em etapas para seguir com procedimento do trabalho, e em cada etapa foram desenvolvidas ações que favoreceram o processo de construção da extrusora. Além do trabalho de pesquisa e montagem, o projeto buscou promover a integração com outros processos, como estratégia, autonomia, habilidades e conhecimento.

O projeto “Desenvolvendo o Aprendizado Experimental e Investigativo: Movimento *STEAM* e a Fabricação Digital” teve iniciativa por meio da ferramenta “Impressora 3D” disponível na Escola. Possibilitando a aprendizagem de modelagem para impressora 3D. Para pôr em prática, alguns projetos foram desenvolvidos na plataforma (*Tinkercad*). Logo, sendo assim, surgiu a ideia de criar o próprio filamento para impressão dos protótipos, então as etapas para a construção da extrusora de filamento as ações foram:

- Pesquisas; processo de plásticos e filamento PLA;
- Modelagem das peças 3D (*Tinkercad*);
- Montagem (Extrusora 3D);
- Montagem (Arduino);
- Programação (Testes).

Todo cuidado foi tomado em relação ao processo de construção neste projeto. As imagens, a seguir, mostram os materiais utilizados no trabalho. O Quadro 1 apresenta o cronograma que exhibe as etapas das atividades divididas por parte.

Na Figura 2, o Kit Arduino foi usado para desenvolver o mecanismo da extrusora. Na Figura 3, as peças impressas em 3D foram montadas com o motor do arduino para formar a bobina que irá armazenar o filamento produzido.

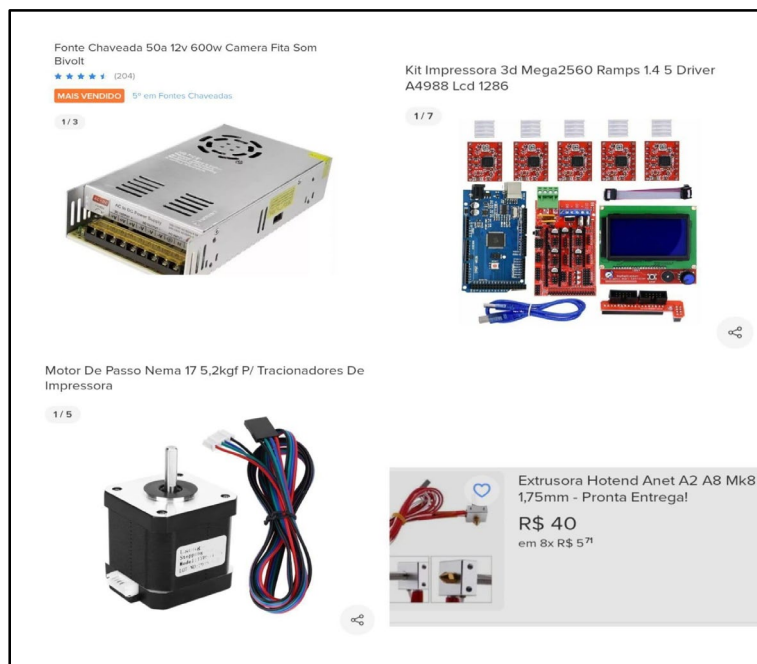
Por fim, na Figura 4, a plataforma *Tinkercad* foi utilizada para fazer protótipos das peças em 3D. Na Figura 5 apresenta a programação do mecanismo, a Figura 6 apresenta o momento em que o protótipo foi testado com o grupo, em seguida, a Figura 7 mostra as impressões em 3D feitas com a utilização do filamento na impressora 3D e, por fim, a última etapa é ilustrada na Figura 8, que apresenta partes do protótipo.

Quadro 1 - Caminho do projeto e linhas das ações

N.	ATIVIDADE	RECURSOS
1	Pesquisas; processo de plásticos e filamento PLA.	Notebook.
2	Modelagem das peças 3D ( <i>Tinkercad</i> ).	<i>Tinkercad</i> .
3	Montagem (Extrusora 3D).	Impressões 3D, alicate, chaves de fenda, parafusos e madeira.
4	Montagem (Arduino).	Componentes Arduinos.
5	Programação (Testes).	Computador para programar.

Fonte: De autoria própria.

Figura 2 - Kit Arduino



Fonte: Compilação do autor.<sup>3</sup>

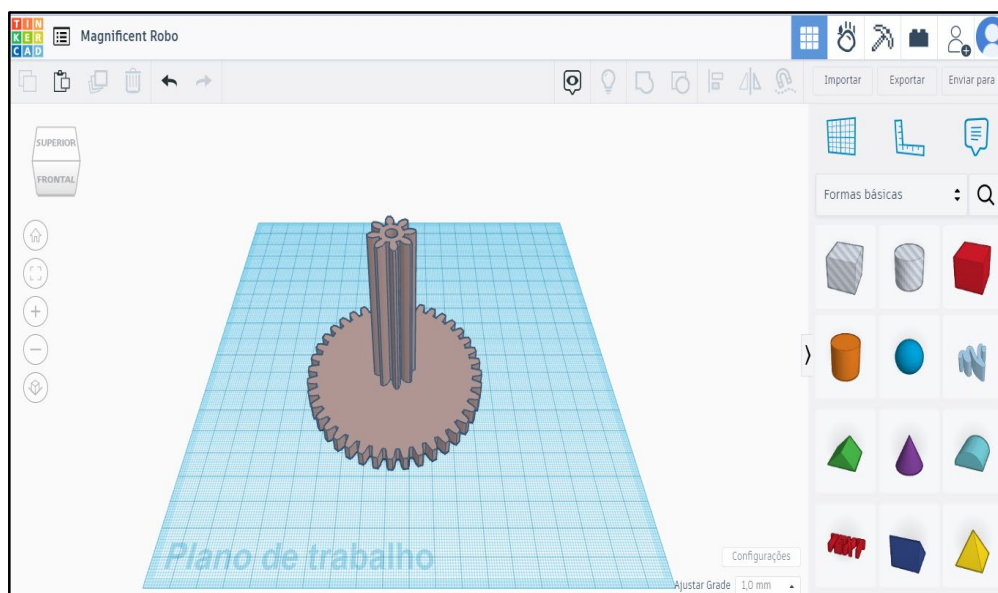
<sup>3</sup> Montagem a partir de imagens coletadas nos sites da Shopee (<https://shopee.com.br/>) e mercadolivre (<https://www.mercadolivre.com.br/>).

Figura 3 - Impressões 3D



Fonte: De autoria própria.

Figura 4 - Plataforma Tinkercad

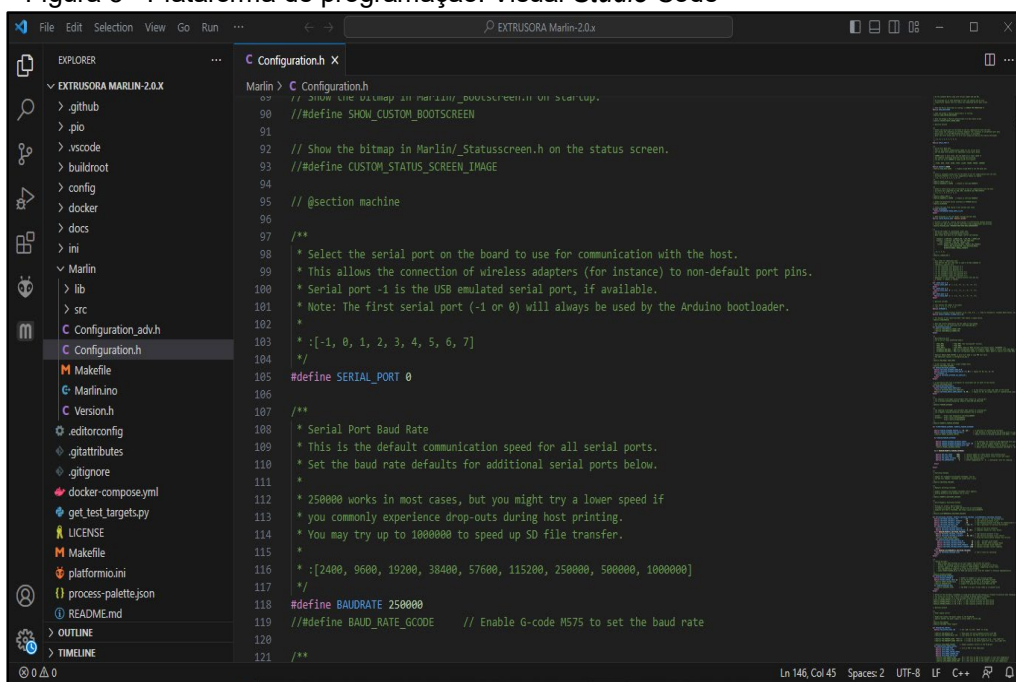


Fonte: De autoria própria.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Print da Plataforma Tinkercad.

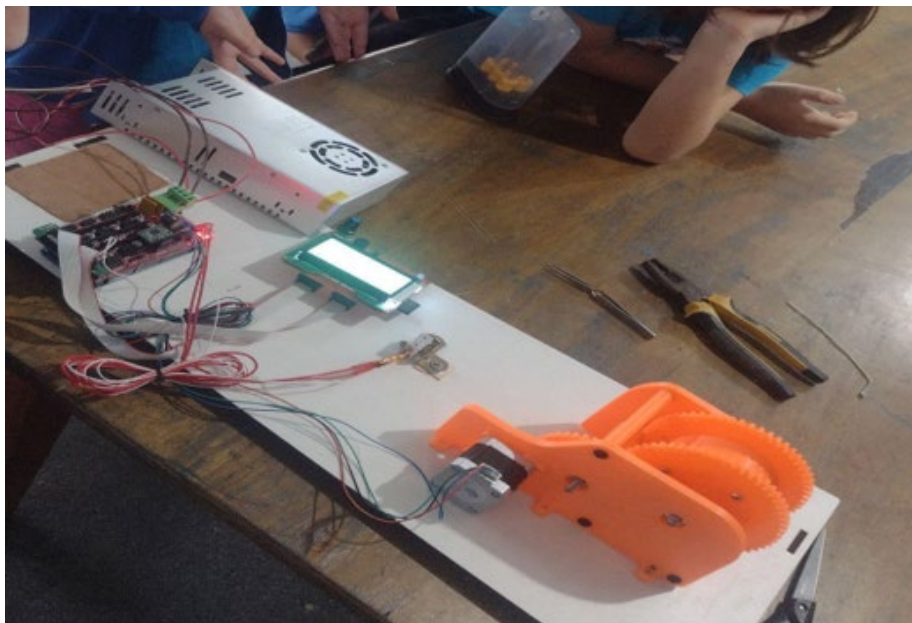


Figura 5 - Plataforma de programação: Visual Studio Code



Fonte: De autoria própria.<sup>5</sup>

Figura 6 - Teste do protótipo



Fonte: De autoria própria.

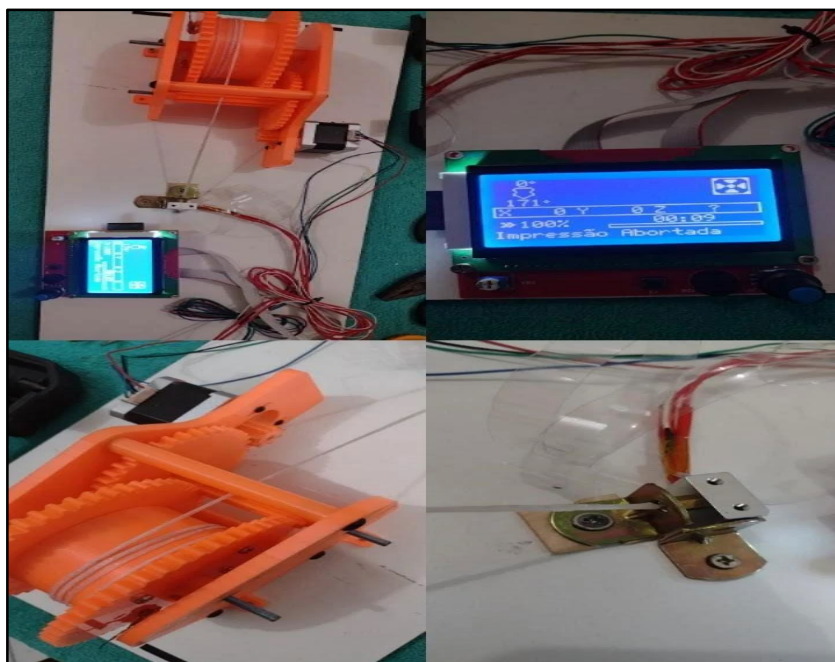
<sup>5</sup> Print da Plataforma de programação: Visual Studio Code.

Figura 7- Uso do filamento na impressora 3D



Fonte: De autoria própria.

Figura 8 - Partes do protótipo



Fonte: De autoria própria.

Conforme mencionado anteriormente, essas foram as etapas da aplicação do projeto, as quais foram previamente demonstrados e ilustrados os processos por meio de imagens.

A execução deste projeto possibilitou com base nas pesquisas realizadas possibilidades de construir uma extrusora de filamento, em que houve inúmeras dificuldades em todo o processo, por exemplo a programação do mecanismo que é um pouco complexo, porém, com auxílio de alguns vídeos disponíveis no YouTube foi possível finalizar, concluindo o funcionamento do mecanismo.

O objetivo do projeto foi desenvolver um protótipo compacto e de baixo custo para reciclagem de filamentos plásticos. Durante o estudo, foi possível produzir

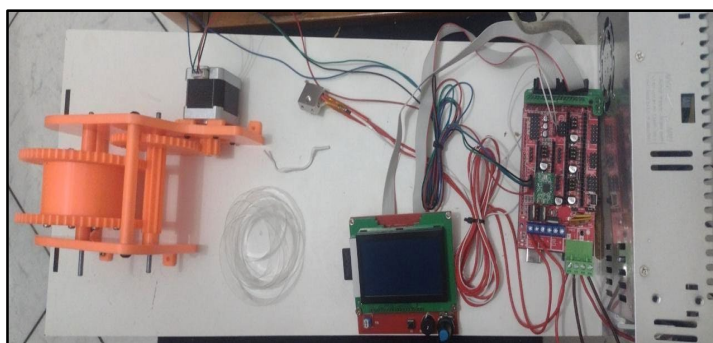
filamentos plásticos com um custo muito menor do que os praticados no mercado, comprovando a qualidade do produto.

Foram produzidas amostras de filamentos PET, um material amplamente utilizado como matéria-prima na impressão 3D comercial, possibilitando seu uso em impressoras 3D.

Portanto, soluções foram encontradas ao longo do projeto, durante as quais, depois de alguns testes e ajustes na montagem e programação, foi finalizado com o funcionamento da extrusora de filamento. Dessa forma, o resultado é satisfatório.

A Figura 9 apresenta a extrusora de filamento, montada após os processos anteriores citados.

Figura 9 - Extrusora de Filamento



Fonte: De autoria própria.

A reciclagem e a sustentabilidade se tornaram conceitos fundamentais na nossa sociedade, à medida que enfrentamos desafios ambientais cada vez mais prementes. Uma área de extrema importância para enfrentar esses desafios é a reciclagem de plásticos, a qual desempenha um papel de destaque na poluição e na deterioração do meio ambiente. Dentro desse contexto, o trabalho a ser desenvolvido no futuro desempenha um papel vital, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento de extrusoras de filamento capazes de construir soluções mais eficientes e sustentáveis. A reciclagem representa um passo fundamental para reduzir o desperdício de plástico e aliviar a pressão sobre os recursos naturais. No entanto, para que a reciclagem seja verdadeiramente eficaz, é essencial não só coletar plásticos usados, mas também transformá-los em produtos que possam ser reutilizados. É nesse ponto que entra a importância crucial das extrusoras de filamento.

### 3 PROJETO DE APLICAÇÃO

O projeto desenvolvido foi aplicado com a turma do 5º ano da Escola Renascer, no contraturno extracurricular de Brusque, em Santa Catarina, no dia vinte de agosto de dois mil e vinte e três.

Os conteúdos trabalhados vão além da área de Educação Tecnológica. Trabalhou-se com o método *STEAM*, que pode ser adaptado para ser abordado em diversas disciplinas, por exemplo, em Educação Tecnológica desenvolveu-se os conceitos tecnológicos; em Matemática, o diâmetro e/ou cálculos; em Artes, o designer do protótipo; em Fabricação Digital, a modelagem geométrica.

Portanto, em Educação Tecnológica, além de trabalhar os conceitos tecnológicos, trabalhou-se o descarte de garrafas Pet, onde os alunos, por meio de

pesquisas, buscaram diferentes fontes para chegar a uma conclusão a fim de resolver o problema elaborado previamente.

Ao longo do projeto era aguardado que os alunos pudessem desenvolver as seguintes habilidades (SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA, 2021):

- ET-PC01 Reconhecer a situação que gera o problema.
- ET-PC03 Explicar o problema, decompondo-o em partes menores.
- ET-PC04 Identificar os requisitos que atendem à solução do problema.
- ET-PC07 Comparar metodologias adequadas ao desenvolvimento do código.
- ET-PC11 Estruturar as etapas do código identificando soluções que sejam válidas para outros problemas.
- ET-PC14 Conferir se o código cumpre as regras da linguagem de programação utilizada.
- ET-IC18 Registrar as informações da experimentação e da coleta de dados.
- ET-IC20 Selecionar os dados que respondam à pergunta-chave e às hipóteses.
- ET-IC24 Descrever a solução em linguagem adequada ao público-alvo.
- ET-DE06 Selecionar informações relevantes para resolver o desafio.
- ET-DE07 Explorar possíveis respostas.
- ET-DE22 Construir a solução.
- ET-PC05 Descrever os requisitos por meio de esquemas.
- ET-LD02 Descrever diferentes recursos tecnológicos e suas possíveis aplicações e fontes de informação e comunicação.
- ET-LD03 Classificar recursos tecnológicos mediante diferentes aplicações e fontes de informação disponíveis para acesso, consumo e criação de conteúdo.
- ET-LD04 Comparar os recursos tecnológicos considerando suas diversas aplicações e fontes de informação.
- ET-LD05 Propor recursos tecnológicos para atender necessidades específicas.
- ET-IC01 Identificar temas de interesse.
- ET-IC02 Escolher diferentes fontes de informação sobre um tema específico.

Buscou-se no projeto incentivar, estimular e conscientizar os alunos sobre a importância da sustentabilidade. Além disso, explorar o desenvolvimento de novas ferramentas (protótipos) para proteger o meio ambiente, utilizando estratégias que enfatizam a reciclagem e combatem a poluição.

O projeto oferece a oportunidade de explorar não apenas a importância da reciclagem, mas também uma nova forma de reutilizar materiais recicláveis na construção de outros produtos, visando prevenir riscos ambientais.

O objetivo do projeto foi desenvolver uma extrusora de filamento de baixo custo para reciclagem de filamentos plásticos. Durante o estudo, foi possível produzir filamentos plásticos com um custo muito menor do que os praticados no mercado, comprovando a qualidade do produto. Foram produzidas amostras de filamentos PET, um material amplamente utilizado como matéria-prima na impressão 3D comercial, possibilitando seu uso em impressoras 3D.

A cada encontro para a realização do projeto, foram desenvolvidas ações que favoreceram o processo de construção da extrusora. Além do trabalho de pesquisa e montagem, o projeto buscou promover a integração com outros processos, como o trabalho em equipe, estratégia, autonomia e habilidades.

A presença de diferentes áreas integradas colabora para que todo o processo educacional possibilite uma aprendizagem contextualizada, ou seja, os estudantes conseguem perceber e compreender as conexões entre os assuntos e são capazes

de identificar os conhecimentos adquiridos. Dessa maneira, eles desenvolvem habilidades para enfrentar o mundo de maneira mais eficiente.

O projeto “Desenvolvendo o Aprendizado Experimental e Investigativo: Movimento *STEAM* e a Fabricação Digital” teve iniciativa por meio da ferramenta “Impressora 3D” disponível na Escola. Ocorrido na aula de Educação Tecnológica, os alunos do Ensino Fundamental, aprenderam modelagem para impressora 3D. Para pôr em prática, os alunos desenvolveram alguns projetos na plataforma (*tinkercad*). Logo, surgiu a ideia de criar o próprio filamento para impressão das modelagens feitas na plataforma citada anteriormente. Assim, turma foi dividida em dois grupos, cada equipe foi desafiada a construir uma extrusora de filamento, o processo das ações foram:

- Pesquisas; processo de plásticos e filamento PLA;
- Modelagem (*tinkercad*);
- Combinados (Montagem Extrusora 3D);
- Construção (extrusora Arduino);
- Trabalho em equipe (Programação e testes).

Os alunos tiveram o direcionamento e orientações para o desenvolvimento do projeto nas aulas de Educação tecnológica. O cuidado desse projeto foi quanto ao processo de construção. Na última etapa da aula, as equipes apresentaram ao público da escola o funcionamento da extrusora. O Quadro 2, a seguir, apresenta as etapas da atividade.

Quadro 2 - Caminho do projeto e linhas das ações

N.	ATIVIDADE	RECURSOS	DURAÇÃO
1	Pesquisas; processo de plásticos e filamento PLA	Notebook	1 aula de 40 minutos
2	Modelagem ( <i>tinkercad</i> em trios)	<i>Tinkercad</i>	1 aula de 40 minutos
3	Combinados (Montagem Extrusora 3D)	Impressões 3D, alicate, chaves de fenda, parafusos e madeira	1 aula de 40 minutos
4	Construção (extrusora Arduino)	Componentes Arduinos	1 aula de 40 minutos
5	Trabalho em equipe (Programação e testes)	Computador para programar	1 aula de 40 minutos

Fonte: De autoria própria.

A avaliação ocorreu de forma gradual, por meio da participação individual de cada aluno em cada etapa da atividade. Foram levados em consideração o trabalho em equipe, o processo de construção, o domínio do conhecimento, a organização, a criatividade, as competências e habilidades desenvolvidas ao longo da atividade, bem como a estratégia de montagem adotada pelo grupo e a autonomia demonstrada.

Para concluir, realizou-se uma atividade dinâmica chamada de "Aquário", na qual cada membro do grupo terá a oportunidade de compartilhar o que aprendeu com a atividade. Essa dinâmica foi seguida por um momento de *feedback* sobre a atividade.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação do projeto gerou reflexões, por exemplo, na escola em que ele foi realizado, há uma impressora 3D. Com a execução do projeto, surgiram considerações relacionadas à capacidade de produzir o filamento na própria escola, contribuindo para o meio ambiente ao economizar e preservar o valor investido em filamento para outros recursos educacionais. Assim, sugere-se criar um ponto de coleta de garrafas PET na escola, visando à fabricação do filamento.

Por fim, os alunos puderam entender a importância da reciclagem e do consumo consciente por meio da sustentabilidade. O projeto foi desenvolvido em etapas, o que permitiu que a turma compreendesse desde os tipos de plásticos recicláveis até a fabricação de uma extrusora de filamento para a prototipagem de objetos 3D em diversas plataformas.

Como a apresentação do projeto foi feita de forma segmentada, expondo cada fase de sua implementação, o propósito foi cumprido, à medida que houve a conscientização dos alunos sobre a relevância da sustentabilidade e da reciclagem, promovendo a reutilização de materiais recicláveis para redução do consumismo.

#### REFERÊNCIAS

ASTM F2792-12<sup>a</sup>, 2012. Standard Terminology for Additive Manufacturing Technologies, (Withdrawn 2015). ASTM International, West Conshohocken, PA, 2012. *In*: FERREIRA, Fyllipe Felix. **Estudo e desenvolvimento de filamento de PET reciclado para impressoras 3D FDM**, 2020. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/12937> Acesso em: 24 ago. 2023.

FERREIRA, Fyllipe Felix. **Estudo e desenvolvimento de filamento de PET reciclado para impressoras 3D FDM**, 2020. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/12937>. Acesso em: 24 ago. 2023.

FUNDAJ (BRASIL). **Brasil é o 4º maior produtor de lixo plástico do mundo e recicla apenas 1%**. Disponível em: <https://www.gov.br/fundaj>. Acesso em: 24 ago. 2023.

MERÍZIO, Fernando Luís; BRANDALISE, Giselly C. Mondardo; GRIPA, Sidnei. **"Metodologias Ativas e Tecnologias Educacionais: Guia prático para uma docência inovadora."** ("Julio FRANTZ | Professor | Doctor of Engineering - ResearchGate") Brusque: UNIFEDE, 2022.

PADRÃO, Márcio. **Plástico moldado sob pressão: entenda a tecnologia por trás do Lego**, 2018. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2018/11/29/entenda-a-tecnologia-por-tras-do-lego.htm?cmpid=copiaecola>. Acesso em: 24 ago. 2023.

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA. **Departamento Nacional. Relato Integrado/Serviço Social da Indústria**. Departamento Nacional. – Brasília-DF: SESI|DN, 2021. 130 p.: il.