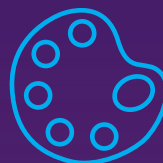


JORNADA **STEAM**

2024



SESI

SESI-SP editora





Serviço Social da Indústria – SESI
Departamento Regional de São Paulo

Avenida Paulista, 1.313
01311-923 – São Paulo – SP – Brasil
www.sesisp.org.br

Presidente

Josué Christiano Gomes da Silva

Superintendente do SESI-SP

Alexandre Ribeiro Meyer Pflug

Diretoria Corporativa SESI-SP e SENAI-SP

Marta Alves Petti

Gerência Executiva de Educação

Roberto Xavier Augusto Filho

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Jornada STEAM: 2024 / Organizadores, Caio de Godoy Camargo,
Fernanda Mizuguchi Leite. -- 1. ed. -- São Paulo: SESI-SP, 2025.
160 p.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-5938-404-4 (Impresso)

ISBN 978-65-5938-402-0 (Digital)

1. Educação 2. Método de ensino instrução e estudo 3. Pesquisa
4. Gamificação 5. Jogo Educativo. I. Título.

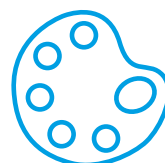
CDD: 371.3

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

1. Educação: Método de ensino instrução e estudo – 371.3

Bibliotecária responsável: Fabiana Alves de Moraes Oliveira CRB-8 7330

A SESI-SP Editora empenhou-se em identificar e contatar todos os responsáveis pelos direitos autorais das imagens e dos textos reproduzidos neste livro. Se, porventura, for constatada omissão na identificação de algum material, dispomo-nos a efetuar, futuramente, os possíveis acertos.



SESI-SP editora

SESI-SP editora

SESI-SP Editora

Avenida Paulista, 1.313, 6º andar
01311-923 – São Paulo – SP
editora@sesisenaip.org.br
www.sesispeditora.com.br

Gerência editorial

Adilson Castro de Souza Rocha

Edição

Caio Felipe Lopes Correia

Assistência editorial

Mariane Cristina de Oliveira

Revisão

RJP

Coordenação de artes e produção gráfica

Rafael Zemantuskas

Produção gráfica

Aline Navarro

José Augusto Moura do Amaral

Valquíria das Chagas Palma

Projeto gráfico

RJP

Diagramação

RJP

Direitos autorais

Edilza Alves Leite

Viviane Medeiros de Souza Guedes

Organizadores

Caio de Godoy Camargo

Fernanda Mizuguchi Leite

Revisão do conteúdo

Fernanda Mizuguchi Leite

Apoio na revisão do conteúdo

Eric Rodrigues Netto

Mariana Aparecida Campos Dias

Silvana Souza Lima

Stephani Vilela Ferreira

Analistas Técnicos Educacionais responsáveis pela curadoria inicial e apoio aos projetos nas unidades escolares

Alexandre Bueno de Oliveira

Allef Anderson da Silva

Anderson Massao Ito

Breno Alves do Santos Blundi

Celso Guilherme Tonin

Daniele Ortiz Hoffmann Bonicio

Danilo Fernando Carvalho e Silva

Elaine Cristina Bonifacio Maximo

Felipe Ismael Poli

Filipe Escalise

Flávia Cristina Dozo

Israel Garcia de Queiroz

Kathia Nogima

Paula Augusto Dalfré

Rafael Gianjope Rego

Roberto Donaire Martins

Rodrigo Russo Pereira

© SESI-SP Editora, 2025

Todos os direitos reservados.

Nenhuma parte deste livro pode ser
reproduzida ou transmitida sem a
permissão expressa do SESI-SP.



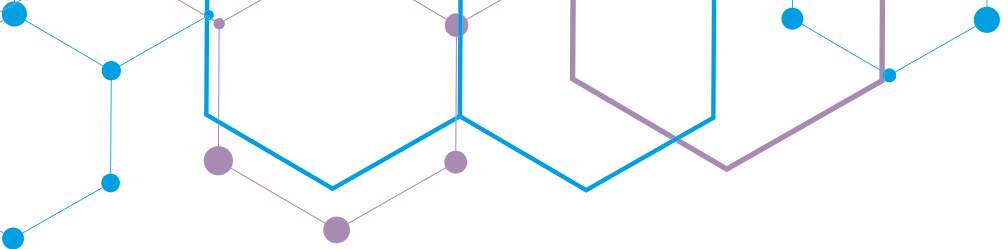
Apresentação

A Jornada STEAM é um evento anual promovido pelo SESI-SP que incentiva a pesquisa, a criatividade e a inovação por meio do desenvolvimento de projetos interdisciplinares nas áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. Com o apoio de professores e profissionais de tecnologias educacionais, a iniciativa engaja estudantes de toda a rede em práticas que conectam teoria e realidade, estimulando o pensamento crítico, a resolução de problemas e a curiosidade científica.

Além de valorizar o protagonismo estudantil e o trabalho colaborativo, a Jornada também promove a inclusão e o acesso equitativo ao conhecimento por meio do uso de tecnologias. O evento se consolida como um espaço de troca de saberes, reflexão e aperfeiçoamento das práticas pedagógicas, contribuindo para a construção de uma educação mais conectada aos desafios contemporâneos.

A edição de 2024 foi realizada em 13 de setembro, na sede da FIESP, e contou com a apresentação de projetos de escolas do SESI-SP em diversas regiões do Estado. Este livro reúne os artigos produzidos a partir dessas experiências, com o intuito de registrar, compartilhar e inspirar práticas educacionais significativas que reafirmam o nosso compromisso com uma educação inovadora e de qualidade.

Gerência Executiva de Educação do SESI-SP



Sumário

Introdução 8

Aqua vigia:

Sistema automático de monitoramento da caixa-d'água..... **11**

1. INTRODUÇÃO 13
2. METODOLOGIA 14
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 19
4. CONCLUSÃO 19

Contos Encantados:

Gamificando a Contação de História..... **23**

1. INTRODUÇÃO 25
2. METODOLOGIA 26
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 28
4. CONCLUSÃO 29

Filtro de águas:

Uma possível solução para o rio Tietê **31**

1. INTRODUÇÃO 33
2. METODOLOGIA 34
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 35
4. CONCLUSÃO 36

Gamificação e Cultura Maker no ensino de Matemática:

Recuperando aprendizagens com o Jogo Duelo Matemático..... **39**

1. INTRODUÇÃO 41

2. METODOLOGIA 42

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 44

4. CONCLUSÃO 45

Gamificação, Interdisciplinaridade e Cultura Maker:

Transformando o Ensino de História e Empreendedorismo..... **47**

1. INTRODUÇÃO 49
2. METODOLOGIA 51
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 53
4. CONCLUSÃO 54

GeoWar:

Produção de jogos didáticos para Ensino de Geografia através da abordagem STEAM **57**

1. INTRODUÇÃO 59
2. METODOLOGIA 60
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 63
4. CONCLUSÃO 64

Horta Tecnológica:

Uma abordagem STEAM, interdisciplinar e multisseriada sobre Sustentabilidade **65**

1. INTRODUÇÃO 67
2. METODOLOGIA 69
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 74
4. CONCLUSÃO 75

**Integração da Realidade Aumentada
no ensino de Biologia Celular:
estudo de organelas celulares
no Ensino Médio..... 77**

1. INTRODUÇÃO 79
2. METODOLOGIA 79
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 81
4. CONCLUSÃO 82

**Interdisciplinaridade, Inclusão
e Gamificação:
Jogo da Memória em Libras 85**

1. INTRODUÇÃO 87
2. METODOLOGIA 89
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 91
4. CONCLUSÃO 93

**Matemática e Cultura Maker:
construção de catapulta para
aprender Função Polinomial
de 2º grau 95**

1. INTRODUÇÃO 97
2. METODOLOGIA 98
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 102
4. CONCLUSÃO 103

**Senhor DNA:
O jogo de criar as proteínas 105**

1. INTRODUÇÃO 107
2. METODOLOGIA 108
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 110
4. CONCLUSÃO 110

Sorrisos abrem portas 121

1. INTRODUÇÃO 115
2. METODOLOGIA 117
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 119
4. CONCLUSÃO 123

**STEAM e Cultura Maker:
Robôs autômatos e construção
de um comedouro animal..... 127**

1. INTRODUÇÃO 129
2. METODOLOGIA 130
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 131
4. CONCLUSÃO 132

**STEAM e Educação Maker:
uma experiência do ensino
de química por meio do projeto
Linus Pauling 133**

1. INTRODUÇÃO 135
2. METODOLOGIA 136
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 138
4. CONCLUSÃO 140

**Upcycling Musical:
construção de um contrabaixo
elétrico com materiais
reciclados no Fab Lab..... 143**

1. INTRODUÇÃO 145
2. METODOLOGIA 147
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 153
4. CONCLUSÃO 157

Introdução

A sociedade contemporânea tem experimentado avanços significativos no uso de tecnologias. Esse cenário exige da escola uma atualização constante de seus recursos e práticas pedagógicas. Diante dessa realidade, torna-se fundamental que os estudantes desenvolvam competências relacionadas à: criação, aplicação e avaliação crítica de tecnologias, atuando de forma autônoma e consciente em um mundo cada vez mais dinâmico e conectado (Cassiano *et al.*, 2003).

Comprometido com uma educação de excelência, o Sistema SESI-SP busca promover um ensino inovador e disruptivo, que contribua para a formação integral dos estudantes e os prepare para lidar com os desafios do século XXI. Para isso, é essencial que os jovens compreendam o mundo como um campo aberto à investigação e à intervenção em suas múltiplas dimensões: sociais, culturais, econômicas e ambientais (Serviço Social da Indústria – SESI-SP, 2023).

Nesse cenário, destaca-se a abordagem STEAM – acrônimo, em inglês, de *Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics* –, que propõe uma perspectiva pedagógica interdisciplinar voltada ao desenvolvimento do pensamento crítico, da criatividade, da colaboração e da capacidade de resolução de problemas (Yakman, 2008).

Mais do que uma simples junção de áreas do conhecimento, a abordagem STEAM configura-se como uma proposta de aprendizagem significativa, que promove o engajamento e o protagonismo dos estudantes ao integrá-los em processos investigativos, criativos e colaborativos. Essa abordagem favorece a conexão entre teoria e prática e possibilita a formulação de soluções para problemas reais e contemporâneos, com potencial de impacto local e global (Bacich; Holanda, 2020).

Na prática, a implementação da abordagem STEAM pode se dar por meio de diferentes estratégias pedagógicas, que vão desde atividades experimentais e mão na massa até projetos interdisciplinares mais complexos – caracterizando-se, assim, como Educação STEAM. Para que essa abordagem seja efetiva, é fundamental a existência de uma intencionalidade didática clara, bem como um olhar atento à articulação entre saberes, competências e contextos de aprendizagem (Trópia *et*

al., 2022). Dessa forma, a Educação STEAM se alinha diretamente à proposta pedagógica da Rede Sesi-SP de Ensino, que valoriza práticas educativas inovadoras, voltadas à autonomia, à colaboração e à construção de soluções reais e significativas.

A integração entre os diversos saberes estimula a criatividade, o pensamento crítico e a capacidade de agir sobre a realidade. Nesse processo, a atuação do professor é imprescindível como mediador e orientador, fomentando um ambiente de aprendizagem equitativo e interdisciplinar, capaz de ampliar horizontes e inspirar novas formas de construir conhecimento (Bacich; Holanda, 2020).

Com esse compromisso, o Sesi-SP tem investido na criação, no desenvolvimento e na divulgação de projetos STEAM em suas unidades escolares como forma de incentivar a pesquisa, a inovação e o protagonismo estudantil e docente. Trata-se de uma iniciativa que reconhece estudantes e educadores como autores e agentes transformadores da sociedade, ao mesmo tempo que oferece novas metodologias e estratégias que podem inspirar avanços na prática e na pesquisa educacional.

Como espaço de acesso, produção e compartilhamento de saberes, a escola também tem um papel fundamental na introdução dos estudantes ao universo da iniciação científica. Nesse contexto, surgiu a **Jornada STEAM**, um evento científico promovido pela Supervisão de Tecnologias de Apoio à Aprendizagem da Gerência Executiva de Educação do Sesi-SP com o objetivo de fomentar e divulgar projetos desenvolvidos nas escolas da rede, valorizando as múltiplas expressões do conhecimento construído por estudantes e professores em práticas interdisciplinares.

Em 2024, a Jornada STEAM contou com a apresentação de 16 projetos; frutos do trabalho comprometido e criativo das unidades escolares do Sesi-SP. Essas iniciativas são provenientes das escolas localizadas em Araçatuba, Bauru, Campinas, Diadema, Guarulhos, Limeira, Ourinhos, Piracicaba, Ribeirão Preto, Santo Anastácio, São Carlos, São José do Rio Preto, São José dos Campos, São Paulo, São Roque e Tatuí. Este livro reúne os artigos produzidos a partir dessas experiências, com

o objetivo de registrar, valorizar e disseminar práticas que evidenciam o potencial transformador da educação integrada às áreas de ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática no contexto escolar. Esperamos que esta publicação inspire novos projetos e contribua para o fortalecimento dessa abordagem inovadora no ensino.

Boa leitura!

Caio de Godoy Camargo e Fernanda Mizuguchi Leite

Organizadores

Supervisão de Tecnologias de Apoio à Aprendizagem

Gerência Executiva de Educação do SESI-SP

Referências

- BACICH, L.; HOLANDA, A. M. **STEAM e cultura maker na escola**: uma proposta para repensar a educação. Porto Alegre: Penso, 2020.
- CASSIANO, G.; GÓES, C. B.; NEVES, B. C. As tecnologias digitais no contexto educacional para a autonomia dos sujeitos. **Revista Fontes Documentais**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 43–58, 2023. DOI: 10.9771/rfd.v2i0.57584. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/RFD/article/view/57584>. Acesso em: 10 jun. 2025.
- SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA – SESI-SP. **Referencial Curricular do Sistema SESI-SP de Ensino**: ensino fundamental. São Paulo, 2023.
- TRÓPIA, P. H. F. *et al.* **Educação STEAM**: fundamentos e práticas pedagógicas. Curitiba: Appris, 2022.
- YAKMAN, G. **STEAM Education**: an overview of creating a model of integrative education. In: PUPILS ATTITUDES TOWARDS TECHNOLOGY (PATT-19) CONFERENCE, 2008, Salt Lake City, UT. Proceedings [...]. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/327351326>. Acesso em: 12 jun. 2025.



Aqua vigia:

Sistema automático
de monitoramento
da caixa-d'água



Autores

Reginaldo Rodrigues Pereira¹; Felipe Ismael Poli²; Pedro Barriviera³; Caio Schiabel Camargo⁴; Edson Giovane Petrini Junior⁴; João Pedro Gomes Cardim Bueno⁴.

¹Orientador de Educação Digital do Centro Educacional 165 - Piracicaba do Sesi-SP.

²Analista Técnico Educacional - Supervisão de Tecnologias de Apoio à Aprendizagem do Sesi-SP.

³Estagiário Maker do Centro Educacional 165 - Piracicaba do Sesi-SP.

⁴Estudantes do 3º ano do Ensino Médio do Centro Educacional 165 - Piracicaba do Sesi-SP.

Resumo

Esse projeto apresenta a criação de um sistema de monitoramento que informa automaticamente um colaborador da unidade escolar quando o nível de água da caixa-d'água atingir um limite preestabelecido, permitindo que ele tome as devidas providências sem a necessidade de verificar manualmente, ou seja, evitando o acesso a um espaço que se configura como trabalho em altura e confinado, melhorando as medidas de segurança do trabalhador. Encontramos este problema através de uma pesquisa feita com colaboradores do Centro Educacional 165, de Piracicaba, da Rede Sesi-SP de Ensino, com o objetivo de utilizar nossos conhecimentos para melhorar o trabalho da unidade escolar. A metodologia envolveu a integração dos sensores JSN-SR04T e ESP32 para a leitura contínua do nível de água, processamento dos dados e envio de notificações por sistema de rede local da unidade escolar. Para a implementação do protótipo, foi necessário configurar e programar o sistema com a placa ESP32 para conectar-se à rede Wi-Fi da escola, proporcionando a leitura de informações do sensor, calculando a distância e convertendo-a em nível de água, transformando, assim, esses dados em elementos úteis para o monitoramento da quantidade de água disponível para utilização pela escola. Com esse sistema, os problemas técnicos poderão ser resolvidos de forma rápida, eficiente e segura, fazendo com que a escola sofra menos com a falta de abastecimento pelo município e tornando o trabalho dos colaboradores mais seguro.

Palavras-chave: caixa-d'água; monitoramento automático; segurança do trabalho.

1. INTRODUÇÃO

A gestão eficiente dos recursos hídricos é um desafio constante em diversas instituições, incluindo as educacionais. No Centro Educacional 165, da cidade de Piracicaba, da Rede Sesi-SP de Ensino, a verificação do nível de água na caixa-d'água, que possui aproximadamente 30 metros de altura, é feita manualmente por um colaborador com frequência de duas a três vezes por semana. Esse processo demanda tempo e esforço físico, além de aumentar a possibilidade de acidentes de trabalho.

Devido à altura significativa da caixa-d'água da escola e ao confinamento do trabalhador em um espaço de cerca de 1 metro, esse procedimento segue as regulamentações do Ministério do Trabalho sobre as normas NR-33 (Brasil, 2022), que se refere ao trabalho em espaço confinado, e NR-35 (Brasil, 2023), que estabelece trabalho em altura. Ambas indicam requisitos mínimos e medidas de proteção obrigatórias para prevenir acidentes e doenças ocupacionais aos trabalhadores que exercem essas atividades.

Logo, é necessário que o profissional tenha um treinamento adequado para executar esse trabalho, além de seguir as instruções de serviço específicas para trabalhos em espaços confinados e em altura, conforme determinado por documentos oficiais do Sesi-SP. Ou seja, para que o colaborador faça a manutenção da caixa-d'água, é necessário emitir uma ordem de serviço para trabalho em altura e a PET (Permissão de Entrada e Trabalho) para o confinamento, ambas acompanhadas por outra documentação chamada ARPT (Análise de Risco e Permissão para Trabalho), com a assinatura do gestor responsável. Todo esse processo precisa ser realizado semanalmente, considerando que as condições climáticas e o espaço variam a cada dia. Segundo o Supervisor de Manutenção responsável pelo Centro Educacional 165 de Piracicaba, para evitar o tempo necessário para garantir a segurança do colaborador, foi criada uma planilha de controle de entrada de água no hidrômetro. Diariamente, o colaborador monitora a quantidade de água que passou pelo hidrômetro e a planilha faz um cálculo estimado para verificar se a caixa-d'água está cheia. No entanto, esse processo não considera a possibilidade de vazamentos em canos ou equipamentos ao longo do caminho até a caixa. A única maneira de garantir que tudo está funcionando corretamente é acessar pessoalmente a caixa-d'água.

Diante desse problema que envolve a unidade escolar em vários âmbitos, observamos a necessidade de criar um protótipo para solucionar essa situação, utilizando os conhecimentos que adquirimos ao longo de nossas experiências com robótica de torneios e o componente curricular Programação e Robótica do SESI-SP, no qual encontramos a oportunidade de monitorar em tempo real a quantidade de água utilizando um sistema Wi-Fi com a placa controladora ESP32 (que possui Wi-Fi integrado) e um sensor JSN-SR04T. Esse sensor, com base nos valores medidos e em cálculos matemáticos, demonstra em tempo real a quantidade de água na caixa. Além disso, ele emite um alerta visual fora da caixa-d'água por meio de três lâmpadas posicionadas no andar térreo, facilitando a tomada de decisão quando surgem problemas.

2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do protótipo, identificamos inicialmente todas as necessidades e definimos os objetivos do projeto. Seleccionamos, em seguida, os componentes principais, optando pelo microcontrolador ESP32 (**Figura 1**) devido às suas capacidades de conectividade *wi-fi*.

Primeiramente, conectamos o sensor ultrassônico HC-SR04 (**Figura 2**) no microcontrolador para monitorar o nível de água da caixa-d'água.



Figura 1: Microcontrolador ESP32.

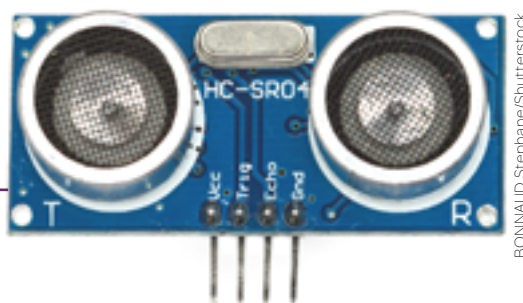


Figura 2: Sensor ultrassônico HC-SR04.

Para verificar se o sensor é capaz de ler a água, elaboramos um teste de programação, no qual desenvolvemos um código para o sistema ler continuamente os dados medidos pelo sensor ultrassônico HC-SR04, calcular a distância até a superfície da água e converter esse valor para o volume que ainda resta da caixa-d'água. Essa programação foi feita em linguagem C++ no programa Arduino IDE, conforme mostrado a seguir, na **Figura 3**.

```
sketch_aug7a.ino
1  #include <NewPing.h>
2
3  #define TRIGGER_PIN 6
4  #define ECHO_PIN 5
5  #define MAX_DISTANCE 200
6
7  NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE);
8
9  void setup() {
10     Serial.begin(9600);
11 }
12
13 void loop() {
14     delay(50);
15     Serial.print("Ping: ");
16     Serial.print(sonar.ping_cm());
17     Serial.println("cm");
18 }
```

Acervo do autor

Figura 3: Programação feita para teste inicial no programa Arduino IDE.

Após o teste, partimos para a montagem de uma maquete da caixa-d'água da escola e a elaboração do protótipo. Decidimos também que para a maquete utilizaríamos o sensor HC-SR04 por sua capacidade de medição, porém para o modelo real do projeto vamos utilizar o sensor ultrassônico JSN-SR04T, pela sua precisão e robustez em medir distâncias em ambientes úmidos.

A lista exata de materiais e necessidades que elencamos para criação do protótipo e aplicação real do projeto é mostrada na Tabela 1:

Tabela 1. Materiais necessários para construção do protótipo e para aplicação real do projeto de monitoramento automático do nível de água na caixa-d'água

Materiais	Realização do protótipo	Aplicação real
Microcontrolador	ESP32	ESP32
Sensor Ultrassônico	HC-SR04	JSN-SR04T
Indicador Luminoso	1 LED Verde 1 LED Amarelo 1 LED Vermelho	1 Lâmpada incandescente Verde 1 Lâmpada incandescente Amarela 1 Lâmpada incandescente Vermelha 3 Reles
Alimentação	Fonte de 12 volts	Fonte de 12 volts
Receber Dados do Dispositivo	1 PC ou Notebook	Qualquer dispositivo com acesso à internet.
Comunicação	Wi-Fi	Internet

Fonte: Autoria própria.

Na etapa de montagem do protótipo, conectamos o sensor HC-SR04 ao ESP32 e desenvolvemos um circuito básico que incluía uma fonte de alimentação estável para os componentes. Em seguida, configuramos o ESP32 utilizando a placa Arduino IDE, estabelecendo a conexão Wi-Fi necessária para a comunicação e o envio de dados, e implementamos bibliotecas específicas para leitura do sensor ultrassônico e para a conexão Wi-Fi.

Estabelecemos limites predefinidos para o nível de água, de forma que, ao serem atingidos, disparam alertas no sistema *web*. Para integrar o sistema à rede e possibilitar o envio de notificações, desenvolvemos um mecanismo de alertas que dispara informações em uma interface amigável. Estes valores foram estabelecidos em entrevista com o Oficial de Serviços de Manutenção e Conservação 1, João Marcos da Silva Sousa, da unidade escolar.

Realizamos testes em ambiente controlado para verificar a precisão do sensor e a confiabilidade do sistema de notificações. Baseados nos resultados dos testes, efetuamos ajustes finos no código e na configuração do *hardware* para otimizar o desempenho do protótipo.

Definimos que podemos trabalhar adequando a medida do ultrassônico à porcentagem de volume da caixa-d'água. A Tabela 2 mostra o comparativo.

Tabela 2. Comparativo entre o volume do protótipo e o volume real da caixa-d'água

Limites	Medida Protótipo em mL	Medida Protótipo em m^3 ($\times 10^{-6}$)	% do volume ocupado do protótipo	Medida real total da caixa-d'água	% do volume real ocupado da caixa-d'água
Limite Tolerável	Entre 600 mL e 361 mL	Entre 0,0006 m^3 e 0,000361 m^3	Maior ou Igual a 60%	Entre 116 m^3 e 69,6 m^3	Maior ou Igual a 60%
Limite em Alerta	Entre 360 mL e 241 mL	Entre 0,00036 m^3 e 0,000241 m^3	Menor que 60% e Maior que 40%	Entre 69 m^3 e 46,4 m^3	Menor que 60% e Maior que 40%
Limite Crítico	Abaixo de 240 mL	Abaixo de 0,00024 m^3	Menor ou Igual a 40%	Abaixo de 46 m^3	Menor ou Igual a 40%

Fonte: Dados obtidos em entrevista com o Oficial de Manutenção, 2024.

Dessa forma, quando o sistema verificar que a medida de volume de água apresenta o Limite Tolerável representado na tabela 2, o sistema enviará o alerta verde, indicando que o sistema está operando nos níveis aceitáveis de ocupação da caixa-d'água e nenhuma ação precisa ser tomada.

Já quando o sistema registrar medidas referentes aos Limite de Alerta, o sistema enviará o alerta amarelo, indicando que possivelmente haverá problemas de abastecimento ou a caixa está operando com medidas que podem levar a um problema de abastecimento.

Por fim, quando o sistema registrar medidas referentes ao Limite Crítico, o sistema enviará o alerta vermelho, indicando que a escola precisa encontrar meios de abastecer a caixa-d'água para operar normalmente, sem interrupções de atendimento.

Tanto o sistema de monitoramento quanto as luzes de indicação vão funcionar de acordo com as cores. No sistema, poderá ser vista em tempo real a medida em porcentagem e em litros dos níveis de água. Para isso, utilizamos os seguintes cálculos:

Cálculo do volume de água restante:

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot (H - h)$$

Onde:

V: Volume

R: Raio da caixa-d'água

H: Altura total da caixa-d'água

h: Medida obtida pelo sensor

Cálculo da porcentagem do nível da caixa-d'água:

$$P = \frac{h}{H}$$

Onde:

P: Porcentagem

H: Altura total da caixa-d'água

h: Medida obtida pelo sensor

Para acesso ao sistema, o computador precisará estar conectado na mesma rede Wi-Fi que a ESP32. Um arquivo HTML denominado "aquavigia.html" será aberto no computador e utilizará as informações fornecidas pela ESP32 de forma automática, já iniciando o monitoramento em tempo real.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os testes em ambiente controlado, o sensor JSN-SR04T foi capaz de medir a distância até a superfície da água de maneira consistente. Essa precisão foi considerada adequada para as necessidades do projeto, garantindo que o nível de água fosse monitorado com confiabilidade.

Além disso, o sistema de notificações desenvolvido funcionou conforme o esperado. Sempre que o nível de água atingia os limites preestabelecidos, o sistema enviava alertas ao colaborador responsável no computador. Esse mecanismo reduziu a necessidade de verificações manuais, aumentando a eficiência operacional e a segurança dos colaboradores, que não precisam mais subir na caixa-d'água para realizar a medição.

No entanto, alguns desafios foram identificados durante a implementação. A estabilidade da conexão Wi-Fi apresentou variações, o que pode impactar a confiabilidade das notificações em casos de falha na rede. Para mitigar esse problema, consideramos a possibilidade de incluir um módulo GSM para comunicação de dados via rede móvel própria, permitindo que no futuro esses alertas cheguem de forma mais eficiente e aumentando a confiabilidade do sistema.

Através do envio de notificações ao colaborador responsável sempre que o nível de água atingir um limite preestabelecido, o sistema automático de monitoramento permite a tomada de decisões de forma rápida e eficaz. Além disso, espera-se que o projeto sirva como base para futuras implementações com *hardware* mais sofisticado, como controladores lógicos programáveis (CLPs) e sensores industriais, para garantir ainda mais precisão e confiabilidade no monitoramento.

4. CONCLUSÃO

O projeto de desenvolvimento de um sistema automatizado para monitoramento do nível de água na caixa-d'água atingiu seus objetivos iniciais. A integração do microcontrolador ESP32 com o sensor ultrassônico JSN-SR04T mostrou-se efi-

caz e precisa para medir o nível de água. O sistema de notificações implementado funcionou corretamente, alertando o colaborador responsável quando o nível de água atingiu limites preestabelecidos.

A principal contribuição do projeto foi aumentar a segurança dos colaboradores, eliminando a necessidade de verificações manuais em altura, e melhorar a eficiência operacional na gestão do abastecimento de água. No entanto, foram identificados desafios relacionados à estabilidade da conexão Wi-Fi, sugerindo a necessidade de futuras melhorias, como a inclusão de um módulo GSM para maior robustez do sistema.

O protótipo aqui apresentado mostra-se funcional e pode ser a base para futuras implementações com *hardware* mais sofisticado, garantindo maior precisão e confiabilidade. O projeto apresenta um grande potencial de aplicação em outras instituições que enfrentam desafios semelhantes na gestão de recursos hídricos.

Para além da aplicação do projeto, nesta jornada conseguimos identificar um problema real da nossa realidade que nos fez pensar em uma solução viável. Esse processo nos proporcionou conhecimentos novos, como segurança do trabalho e impacto da segurança nos serviços, aspectos que normalmente não trabalhamos nos componentes curriculares, de forma que o cuidado com a estética e a limpeza da caixa-d'água nos preparou ainda mais para o mercado de trabalho. Aplicamos conceitos matemáticos que antes estavam apenas com a aprendizagem teórica, como cálculos de volume, e ainda pudemos melhorar o trabalho dos profissionais envolvidos, contribuindo para a formação integral de todos os envolvidos.

Referências

- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 33 - Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-33-atualizada-2022-_retificada.pdf. Acesso em: 7 ago. 2024.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 35 - Trabalho em altura**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/NR35atualizada2023.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2024.
- ESPRESSIF SYSTEMS. **ESP32 Technical Reference Manual**. Disponível em: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_technical_reference_manual_en.pdf. Acesso em: 29 jun. 2024.
- HOW2ELECTRONICS. **JSN-SR04T Waterproof Ultrasonic Sensor with Arduino Guide**. Disponível em: <https://how2electronics.com/jsn-sr04t-waterproof-ultrasonic-sensor-with-arduino-guide/>. Acesso em: 29 jun. 2024.
- RANDOM NERD TUTORIALS. Getting Started with the ESP32 Development Board. [S. l.]: Random Nerd Tutorials, [20-?]. Disponível em: <https://randomnerdtutorials.com/getting-started-with-esp32/>. Acesso em: 29 jun. 2024.
- SESI. **Procedimento de trabalho RH-064 Anexo II v.01**: Instrução de Serviço para Atividades em Altura. São Paulo, 2023. Serviço Especializado de Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho. Aprovado pela Gerência Sênior de Recursos Humanos.
- SESI. **Procedimento de trabalho RH 064 v.01**: Instrução de Serviço para Trabalhos em Espaços Confinados e Restritos. São Paulo, 2023. Serviço Especializado de Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho. Aprovado pela Gerência Sênior de Recursos Humanos.



Contos Encantados:

Gamificando a Contaçon de História



Autores

Alan Charles de Aveiro¹; Andreza Maria do Nascimento²; Rafael Garcia Sousa³; Allef Anderson da Silva⁴; Gabriel Augusto Schiavoni⁵; Isabella Marques de Oliveira⁵; Yasmin Vieira⁵; Miguel da Silveira Carvalho⁵; Heitor Silva Santos⁶; Caio Otero Máximo de Souza⁶.

¹Orientador de Educação Digital do Centro Educacional 259 – Ribeirão Preto do SESI-SP.

²Auxiliar de Bibliotecário do Centro Educacional 259 – Ribeirão Preto do SESI-SP.

³Técnico de Laboratório Didático do Centro Educacional 259 – Ribeirão Preto do SESI-SP.

⁴Analista Técnico Educacional da Supervisão de Tecnologias de Apoio à Aprendizagem do SESI-SP.

⁵Estudantes do 1º ano do Ensino Médio do Centro Educacional 259 – Ribeirão Preto do SESI-SP.

⁶Estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental II do Centro Educacional 259 – Ribeirão Preto do SESI-SP.

Resumo

O *kit* educacional “Contos Encantados” desenvolvido por estudantes do Centro Educacional 259, de Ribeirão Preto, da Rede SESI-SP de Ensino, tem como objetivo transformar a prática da contação de histórias em uma experiência mais envolvente e divertida para crianças do Ensino Fundamental I. O projeto surge da necessidade de revitalizar essa prática em um contexto contemporâneo, no qual a tecnologia domina o cotidiano infantil. Utilizando dinâmicas e brincadeiras, a proposta apresenta uma contação de histórias gamificada, integrando elementos lúdicos que tornam o processo de aprendizagem mais atrativo. A metodologia inclui atividades interativas que estimulam a criatividade e a participação ativa dos estudantes, promovendo um ambiente colaborativo e dinâmico. As cartas de interação funcionam como ferramentas para desenvolver a compreensão textual, o pensamento crítico e a expressão artística. Os resultados observados indicam aumento no interesse e na participação das crianças, além de maior assimilação dos conteúdos trabalhados. A inclusão do projeto no *e-book Palavra em Cena* reforça sua relevância e seu potencial impacto na educação. O *kit* “Contos Encantados” moderniza a prática da contação de histórias e contribui para o desenvolvimento cognitivo e social dos estudantes, promovendo engajamento e um aprendizado mais profundo e prazeroso.

Palavras-chave: contação de história; gamificação; incentivo à leitura; Educação Infantil.

1. INTRODUÇÃO

A prática da contação de histórias é uma ferramenta pedagógica valiosa, que contribui significativamente para o desenvolvimento cognitivo e emocional das crianças. No entanto, em um mundo cada vez mais dominado pela tecnologia, observa-se uma preocupante diminuição do interesse pela leitura entre os jovens. Segundo o Instituto Pró-Livro (2024) na pesquisa *Retratos da Leitura no Brasil*, houve uma queda expressiva no número de leitores entre 2015 e 2019, especialmente entre crianças e adolescentes. Essa tendência é alarmante, pois a leitura é essencial para o desenvolvimento de habilidades como compreensão textual e pensamento analítico.

Entre os principais fatores associados a essa queda estão a competição com outras formas de entretenimento, como televisão e redes sociais. Um estudo do Instituto Iede (Interdisciplinaridade e Evidências no Debate Educacional) em parceria com o portal Árvore (2023) revelou que 66% dos alunos brasileiros de 15 e 16 anos não leem textos com mais de dez páginas, o que está relacionado a um desempenho inferior em disciplinas como Matemática e Ciências. Esses dados reforçam a urgência de políticas públicas e iniciativas que incentivem a leitura desde a infância, promovendo um ambiente favorável à formação de leitores.

A leitura infantil desempenha um papel crucial no desenvolvimento integral das crianças, influenciando positivamente suas habilidades cognitivas, sociais e emocionais. Segundo Brites (2021), a leitura na educação infantil favorece a aprendizagem, estimula a criatividade, desperta a curiosidade e amplia a imaginação, além de desenvolver competências como empatia e capacidade de resolução de problemas.

Diante desse cenário, o kit de apoio educacional “*Contos Encantados*”, desenvolvido por estudantes do 1º ano do Ensino Médio do Centro Educacional 259, de Ribeirão Preto, da Rede SESI-SP de Ensino, tem como objetivo transformar a contação de histórias em uma experiência mais divertida e envolvente para crianças do Ensino Fundamental I. A iniciativa partiu da equipe de robótica da escola, diante da necessidade de revitalizar essa prática em um contexto contemporâneo marcado pela presença intensa da tecnologia, buscando novas formas de engajamento e retenção de conteúdo.

Por meio de dinâmicas, brincadeiras e recursos tecnológicos, o projeto propõe uma contação de histórias gamificada, integrando elementos lúdicos que tornam o processo de aprendizagem mais atrativo. Para alcançar seus objetivos, o *kit* foi cuidadosamente elaborado com atividades interativas que estimulam a criatividade e a participação ativa das crianças, promovendo um ambiente de aprendizagem colaborativo e dinâmico.

2. METODOLOGIA

O projeto “Contos Encantados” foi desenvolvido com o objetivo de tornar a prática da contação de histórias mais interativa e envolvente para as crianças. A metodologia adotada utiliza um *kit* educacional composto por um dado mágico, um personagem com diversas roupas e adereços, além de um conjunto de cartas (**Figura 1**), divididas em três categorias: Cartas de Perguntas e Respostas, Cartas de Imaginação e Cartas de Criação.

- **Cartas de Perguntas e Respostas:** desafiam os estudantes a responder questões relacionadas à história narrada. Exemplos incluem: “Qual o nome do autor?”, “Quem é o personagem principal?”, “Como você reagiria se estivesse no lugar do personagem?”, “O que essa palavra ou expressão significa para você?”. Essas perguntas têm como objetivo estimular a compreensão do texto e a reflexão crítica sobre a narrativa.
- **Cartas de Imaginação:** incentivam os estudantes a explorar a criatividade e a pensar de forma imaginativa. Perguntas como “Imagine a personalidade do personagem invertida”, “Qual música combina com a última cena?” e “Como seria o personagem principal na vida real?” promovem o desenvolvimento de diferentes perspectivas e do pensamento criativo.
- **Cartas de Criação:** propõem atividades práticas relacionadas à história, como “Desenhe seu personagem favorito”, “Ilustre a parte que mais gostou”, “Faça uma mímica da última ação do personagem principal” ou “Recrie a última cena por meio de mímica”. Essas atividades visam estimular a expressão artística e a participação ativa dos estudantes.



Figura 1: Cartas do kit “Contos Encantados”. Da esquerda para direita: Carta de Perguntas e Respostas, Carta de Imaginação e Carta de Criação.

Além das cartas, o kit (**Figura 2**) inclui um **dado mágico**, utilizado em momentos específicos da contação de histórias. O leitor lança o dado e, conforme a categoria indicada na face sorteada, o grupo retira uma carta correspondente. Se os estudantes conseguirem cumprir o desafio proposto, a equipe escolhe uma peça de roupa para customizar seu personagem.

Ao final da história, o personagem criado **ganha vida** com o uso da ferramenta de inteligência artificial *Animated Drawings* (<https://sketch.metademolab.com/>), que permite escolher diferentes animações e interagir com o personagem de forma lúdica e envolvente.

Essa metodologia foi pensada para oferecer um ambiente de aprendizagem colaborativo, favorecendo o engajamento e a retenção de conteúdo. Os resultados observados indicam um aumento significativo no interesse e na participação das crianças durante as sessões, além de uma melhor assimilação dos conteúdos trabalhados.



Figura 2: Capa do kit “Contos Encantados – Contando e Brincando”.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro resultado identificado foi o empenho e a evolução dos estudantes do 1º ano do Ensino Médio no desenvolvimento da proposta. Todos os elementos visuais, como as roupas dos avatares do jogo (**Figura 3**), foram criados pelos próprios alunos, demonstrando alto nível de criatividade e dedicação. Os textos presentes nas cartas também foram escritos manualmente pelos estudantes, com o apoio de uma mesa digitalizadora, o que facilitou o processo de criação e incentivou o desenvolvimento de habilidades tecnológicas e artísticas.



Figura 3: Desenho dos avatares produzidos pelos estudantes para o kit “Contos Encantados”.

Durante uma visita da gestão do Sesi-SP, o projeto “Contos Encantados” foi selecionado para compor um dos capítulos do *e-book Palavra em Cena*, desenvolvido em parceria com a Editora Sesi. O material será utilizado em formações destinadas a escolas municipais, evidenciando o reconhecimento e a relevância da iniciativa no contexto educacional. Essa inclusão não apenas amplia a visibilidade do projeto, mas também o posiciona como um modelo inspirador para outras instituições de ensino que buscam inovar a prática da contação de histórias.

Com a realização desse trabalho, espera-se que os alunos desenvolvam habilidades essenciais, como criatividade, colaboração e pensamento crítico. Além disso, o projeto busca estimular o interesse pela leitura e pela contação de histórias. A gamificação e a integração de tecnologias modernas, como a ferramenta de inteligência artificial *Animated Drawings*, tornam o processo de aprendizagem mais

atrativo e eficaz. Ao acessar o QR Code (**Figura 4**) com a câmera de um celular, é possível visualizar a animação de um avatar criado a partir da narrativa desenvolvida pelos estudantes.



Figura 4: Vídeo demonstrando a animação de um avatar.

Após a implementação do projeto “Contos Encantados” na escola, foram observados diversos resultados positivos:

- Aumento do interesse pela leitura: as crianças passaram a demonstrar maior entusiasmo tanto pela leitura quanto pela contação de histórias. A abordagem gamificada e interativa tornou o processo de aprendizagem mais atrativo, incentivando o envolvimento dos estudantes.
- Melhoria na compreensão de texto: as atividades de perguntas e respostas contribuíram significativamente para o desenvolvimento da compreensão textual. Ao responderem questões sobre as histórias, os alunos foram estimulados a refletir criticamente sobre o conteúdo, favorecendo uma assimilação mais profunda dos textos.
- Engajamento e participação ativa: observou-se um engajamento mais expressivo e uma participação ativa dos alunos durante as sessões de contação de histórias. As dinâmicas interativas, aliadas ao uso do dado mágico, mantiveram os estudantes motivados ao longo de todo o processo.

As próximas etapas incluem a implementação do *kit* “Contos Encantados” em turmas do Ensino Fundamental II e do Ensino Médio, a fim de avaliar sua eficácia em diferentes contextos e faixas etárias. Também está prevista a realização de *workshops* para capacitar professores e bibliotecários de outras unidades escolares no uso do *kit*, garantindo o aproveitamento máximo da metodologia proposta. Além disso, será realizada a coleta contínua de *feedbacks* de alunos e educadores, visando identificar possíveis melhorias e adaptações no material educacional.

4. CONCLUSÃO

A pesquisa sobre o *kit* educacional “Contos Encantados” demonstrou que a integração de tecnologia e gamificação pode revitalizar a prática da contação de histórias, tornando-a mais atrativa para crianças do Ensino Fundamental I. O proje-

to, desenvolvido por estudantes do Centro Educacional 259, de Ribeirão Preto, da Rede SESI-SP de Ensino, teve como objetivo principal transformar a contação de histórias em uma experiência envolvente e divertida, utilizando dinâmicas interativas e elementos lúdicos.

Os resultados indicam um aumento significativo no interesse e na participação dos alunos, além de uma melhoria na compreensão de texto e na retenção de conteúdo. A metodologia adotada, que inclui cartas interativas, favoreceu um ambiente de aprendizagem colaborativo e dinâmico, estimulando a criatividade e a participação ativa dos estudantes.

A inclusão do projeto no *e-book Palavra em Cena* da Editora SESI e sua aplicação em outras turmas e contextos reforçam sua relevância e potencial de impacto positivo na educação. Conclui-se que o kit “Contos Encantados” não só moderniza a prática da contação de histórias, mas também contribui para o desenvolvimento cognitivo e social dos estudantes, promovendo um aprendizado mais profundo e prazeroso.

Referências

- BRITES, L. **Qual é a importância da leitura na educação infantil?** Instituto NeuroSaber, 9 mar. 2021. Disponível em: <https://institutoneurosaber.com.br/artigos/qual-e-a-importancia-da-leitura-na-educacao-infantil/>. Acesso em: 5 jun. 2024.
- IEDE; ÁRVORE. **A relação entre hábito leitor e indicadores socioeconômicos e educacionais.** São Paulo: Iede; Árvore, 2023. Disponível em: https://portaliede.org.br/wp-content/uploads/2023/11/Iede_Arvore_HabitoLeitor_Novembro2023.pdf. Acesso em: 4 maio 2024.
- INSTITUTO PRÓ-LIVRO. **Apresentação.** Retratos da Leitura no Brasil – 6ª edição. São Paulo: Instituto Pró-Livro, 2024. Disponível em: https://www.prolivro.org.br/wp-content/uploads/2024/11/Apresentação_Retratos_da_Leitura_2024_13-11_SITE.pdf. Acesso em: 7 abr. 2024.
- META. **Animated Drawings.** [S. l.]: Meta AI, 2023. Disponível em: <https://sketch.metademolab.com/>. Acesso em: 10 jun. 2024.



Filtro de águas:

Uma possível solução para o rio Tietê



Autores

Carlos Mometti¹; Rodrigo Russo²; Lucas da Silva Dorta³; Raul Mascarenhas³; Cauan Teixeira³; Igor Trefilho³.

¹Professor de Física do Ensino Médio do Centro Educacional 414 – Vila Leopoldina do Sesi-SP.

²Analista Técnico Educacional da Supervisão de Tecnologias de Apoio à Aprendizagem do Sesi-SP.

³Estudantes do 2º ano do Ensino Médio do Centro Educacional 414 – Vila Leopoldina do Sesi-SP.

Resumo

Desde a realização da Rio-92, conferência global voltada à discussão da agenda ecológica e do desenvolvimento sustentável, tem-se destacado a urgência da despoluição dos recursos hídricos em grandes centros urbanos, como São Paulo, Hong Kong, Pequim e Nova Delhi. Essas megalópoles, caracterizadas pela alta densidade populacional, demandam intenso uso de recursos naturais para suprir necessidades básicas e gerar energia. Na ocasião, foi estabelecida uma agenda internacional – adotada por países signatários da ONU – voltada à formulação de políticas públicas que incentivem o uso sustentável dos recursos naturais. Trinta anos depois, em 2022, os desafios ambientais se intensificaram, impulsionados pelo aquecimento global, pela produção em massa e pelo consumo excessivo. Atualmente, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) orientam práticas em diversas esferas da sociedade, com foco na preservação ambiental para as gerações futuras. Diante desse contexto e considerando a realidade da cidade de São Paulo – maior megalópole da América Latina –, este projeto propõe uma solução sustentável para a despoluição do rio Tietê, com vistas à sua recuperação como via navegável e turística. Para isso, foi desenvolvido um protótipo de filtro em modelo 3D, com estrutura cilíndrico-espiralada, projetado para ser instalado em bocas de lobo e pontos de escoamento. O dispositivo tem como função reter resíduos sólidos de baixa densidade antes que atinjam o curso do rio, utilizando materiais biodegradáveis e sustentáveis em sua composição.

Palavras-chave: poluição; enchente; filtro; sustentável.

1. INTRODUÇÃO

A Rio-92, oficialmente denominada Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, foi realizada no Rio de Janeiro entre os dias 3 e 14 de junho de 1992. Também conhecida como Eco-92 ou Cúpula da Terra, a conferência reuniu representantes de 179 países, incluindo chefes de Estado e organizações não governamentais, com o propósito de discutir estratégias para o desenvolvimento sustentável (United Nations, 1992). O evento marcou um avanço significativo na conscientização global sobre questões ambientais, abordando temas como mudanças climáticas, perda da biodiversidade e uso racional dos recursos naturais. Entre seus principais desdobramentos, destacam-se a *Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento* e a *Agenda 21*, que estabeleceram diretrizes para ações ambientais e influenciaram conferências posteriores, como a Rio+10 e a Rio+ (Brasil, 1992).

Passadas mais de três décadas desde a Rio-92, os problemas ambientais se agravaram, impulsionados pelo aumento da temperatura global, pela produção em massa e pelo consumo excessivo. Em resposta a esse cenário, surgiram os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que norteiam ações em diversas esferas sociais para garantir que os recursos naturais sejam preservados para as futuras gerações (Organização das Nações Unidas, 2015).

Diante desse contexto, torna-se urgente repensar a relação das grandes cidades com o meio ambiente. A megalópole de São Paulo, com cerca de 12 milhões de habitantes, representa um exemplo emblemático dos desafios urbanos relacionados à sustentabilidade. Nesse sentido, o presente projeto tem como objetivo propor uma solução sustentável para a despoluição do rio Tietê, visando à sua recuperação como via navegável e espaço de uso turístico (Toledo *et al.*, 2013).

A proposta teve início com a participação de estudantes do 2º ano do Ensino Médio na disciplina de Tópicos Avançados de Física; disciplina voltada ao desenvolvimento de projetos. Essa abordagem, baseada em metodologias ativas e na resolução de problemas reais, promove o protagonismo estudantil e estimula o desenvolvimento de competências críticas e criativas. Ao conectar teoria e prática, os alunos são desafiados a pensar sistemicamente, propor soluções sustentáveis e contribuir de forma significativa para a construção de um futuro mais equilibrado e consciente.

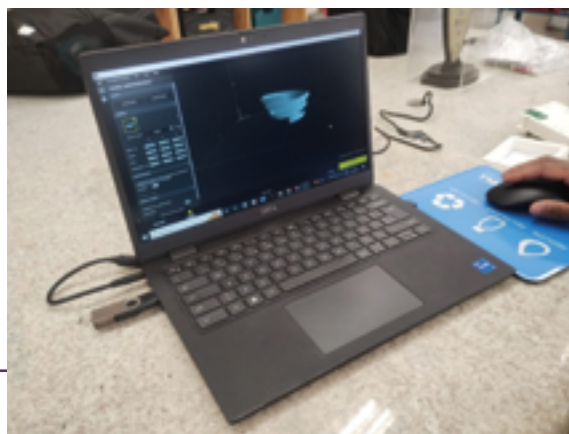
2. METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos propostos, foi desenvolvido um protótipo funcional de filtro em escala reduzida, com a finalidade de reter resíduos sólidos antes que estes atinjam o rio Tietê. A metodologia adotada baseou-se em uma abordagem prática e iterativa, estruturada nas seguintes etapas:

- **Revisão bibliográfica:** o processo iniciou-se com uma pesquisa aprofundada da literatura, incluindo artigos científicos, trabalhos acadêmicos e registros de patentes de dispositivos similares. Essa etapa foi essencial para mapear as tecnologias já existentes, identificar lacunas no desenvolvimento de soluções sustentáveis e orientar a concepção inicial do projeto.
- **Levantamento e análise de materiais:** com base na revisão, elaborou-se uma tabela detalhada com os materiais e dispositivos necessários à construção do protótipo. Foram considerados critérios de viabilidade técnica, sustentabilidade e custo-benefício. Entre os itens selecionados destacam-se: malhas metálicas finas, reservatórios plásticos recicláveis, bombas de água de baixa potência e materiais estruturais como tubos de PVC e PLA para impressão 3D.
- **Modelagem digital do protótipo:** a etapa de modelagem foi realizada por meio de *softwares* de engenharia e *design* tridimensional, como *AutoCAD*, *SolidWorks* e *Fusion 360*. Esses programas permitiram a criação de modelos precisos, com simulações de funcionamento e visualizações realistas do protótipo em operação. A utilização dessas ferramentas possibilitou prever comportamentos estruturais e refinar o *design* antes da fabricação física.
- **Impressão 3D e testagem em ambiente controlado:** após a modelagem, o protótipo foi impresso em PLA – material biodegradável amplamente utilizado em projetos sustentáveis. Em seguida, foram realizados testes em ambiente simulado, recriando condições semelhantes às do rio Tietê, como a presença de detritos sólidos e variações de fluxo de água. Avaliaram-se a eficiência na retenção de resíduos, a durabilidade do material e o desempenho estrutural do filtro, o que possibilitou ajustes no modelo para otimização do funcionamento.

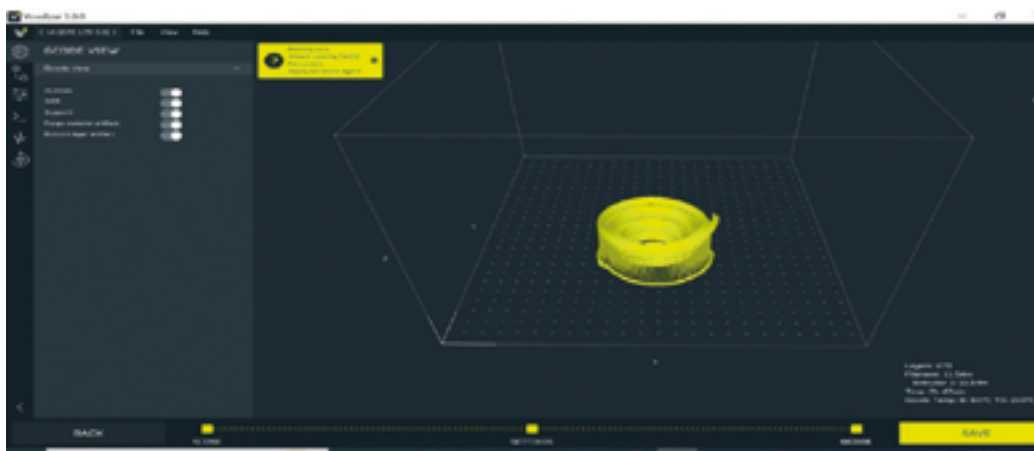
Essa metodologia proporcionou uma experiência prática e integrada, fundamentada em metodologias ativas e no uso de tecnologias emergentes, como a impressão 3D e a prototipagem digital. O desenvolvimento do projeto demonstrou o potencial do ensino baseado em projetos na resolução de problemas reais e socioambientais, ao promover o protagonismo estudantil e a aplicação interdisciplinar de conhecimentos.

A seguir, apresentam-se registros do processo de construção do modelo (**Figura 1**), incluindo imagens da modelagem em *software* 3D (**Figura 2**) e da preparação para a impressão física do protótipo.



Acervo do autor

Figura 1: Processo de modelagem 3D do protótipo.



Acervo do autor

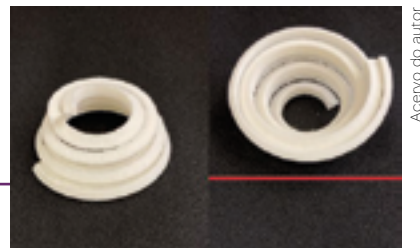
Figura 2: Modelo 3D do protótipo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O protótipo desenvolvido (**Figura 3**) apresenta três funções iniciais fundamentais: (i) drenagem, (ii) separação e (iii) direcionamento para o esgoto. Na etapa

de drenagem, a água da chuva e os resíduos sólidos são conduzidos ao bueiro, que dá acesso à rede de canais conectada ao rio Tietê. Ao entrarem nesse sistema, os materiais passam por uma peneira de maior diâmetro, responsável pela filtragem preliminar dos resíduos mais volumosos.

Figura 3: Modelo 3D do protótipo desenvolvido para filtragem dos poluentes do rio Tietê.



Acervo do autor

Na sequência, entra em ação o mecanismo rotativo do filtro, cujo funcionamento é acionado pela energia potencial gravitacional da própria água que desce pelo sistema. Esse fluxo gera rotação em um eixo espiralado, que atua como uma espécie de centrífuga de grande porte. Durante o movimento, ocorre a separação entre água e resíduos sólidos: a água passa pela malha filtrante e segue para o canal de escoamento final, sendo direcionada ao leito do rio, enquanto os resíduos ficam retidos na estrutura.

Essa separação aproveita conceitos fundamentais da Física, como energia potencial gravitacional e movimento rotacional, aplicados de forma funcional para promover a eficiência do processo de filtragem sem o uso de energia elétrica adicional. O resultado é um sistema passivo, sustentável e viável para contribuir com a redução da poluição hídrica urbana.

4. CONCLUSÃO

O projeto “Filtro de águas: uma possível solução para o rio Tietê” encontra-se atualmente na fase de testagem do protótipo impresso. Do ponto de vista teórico-metodológico, verifica-se uma coerência significativa na utilização da energia potencial armazenada e do fluxo rotacional dos elementos sólidos retidos pelo filtro, especialmente em dias de chuva, configurando uma estratégia eficaz para conter o aumento da poluição no rio. Essa abordagem busca mitigar impactos ambientais imediatos, além de abrir caminhos para transformar o rio Tietê em um recurso sustentável para a cidade de São Paulo.

A relevância do projeto ultrapassa a solução ambiental proposta, destacando-se também como uma valiosa ferramenta educacional. Ao conceber e desenvolver um protótipo biodegradável, os estudantes aplicam conceitos teóricos de Física e sustentabilidade, ao mesmo tempo que assumem um papel ativo como agentes de transformação em suas comunidades. Essa experiência prática, ao enfrentar um problema ambiental crítico, contribui para a formação de cidadãos conscientes, engajados e preparados para os desafios do século XXI. Ademais, o projeto exemplifica como a integração de metodologias ativas, tecnologia avançada e aprendizagem baseada em projetos pode gerar soluções inovadoras e concretas para questões ambientais que impactam diretamente a qualidade de vida nas grandes metrópoles.

Referências

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – Rio 92**. Brasília: MMA, 1992.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando nosso mundo**: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Resolução A/RES/70/1 da Assembleia Geral das Nações Unidas, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 3 jun. 2024.
- TOLEDO, M. P. *et al.* Avaliação da poluição das águas do rio Tietê na Região Metropolitana de São Paulo. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 77–90, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua>. Acesso em: 3 jun. 2024.
- UNITED NATIONS. **Report of the United Nations Conference on Environment and Development (Rio de Janeiro, 3-14 June 1992)**. New York: United Nations, 1992. Disponível em: <https://digitallibrary.un.org/record/168679>. Acesso em: 17 jun. 2025.



Gamificação e Cultura *Maker* no ensino de Matemática:

Recuperando aprendizagens
com o Jogo Duelo Matemático



Autores

Natália Regina de Assis Pinto¹; Elaine Cristina Bonifacio Maximo²; Guilherme Alvarenga dos Santos³; Bianca Thainá Azevedo dos Santos⁴; Beatriz Camargos Queiroz⁴; Luiz Miguel Faria Carvalho⁴; Gabriel de Assis Andrade⁴; Lara dos Santos Linhares⁴; Luiza Ferreira Vaz⁴; Lucca Santhiago Silva Pereira⁴; Letícia de Souza Oliveira⁴; Bryan Lucas Gomes dos Santos⁴; Isabela Maria Monteiro da Silva⁴.

¹Professora de Matemática do Projeto Personaliza no Centro Educacional 182 – São José dos Campos do SESI-SP.

²Analista Técnico Educacional da Supervisão de Tecnologias de Apoio à Aprendizagem do SESI-SP.

³Técnico de Laboratório Didático no Fab Lab Escola no Centro Educacional 182 – São José dos Campos do SESI-SP

⁴Estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental II no Centro Educacional 182 – São José dos Campos do SESI-SP.

Resumo

O trabalho desenvolvido apresenta uma sequência didática de Matemática, desenvolvida no âmbito do Projeto Recupera, com uma turma do 7º ano do Ensino Fundamental. A proposta consistiu na criação e na implementação de um jogo de tabuleiro, em colaboração com o **Fab Lab**, visando introduzir e consolidar operações e conceitos relacionados ao campo dos números inteiros. A atividade foi estruturada para promover o trabalho em grupo e o engajamento ativo dos estudantes, incentivando-os a construir o próprio conhecimento de maneira lúdica e colaborativa. O processo de desenvolvimento do jogo permitiu que os estudantes aplicassem conceitos matemáticos em um contexto prático e desafiador, fortalecendo sua compreensão e habilidades. Os resultados evidenciaram um aumento significativo no envolvimento da turma e na assimilação dos conteúdos abordados, destacando a eficácia da abordagem prática e interativa para o ensino de matemática. A conclusão aponta para o potencial dessa atividade para a promoção de um aprendizado significativo e no desenvolvimento de competências sociais e cognitivas entre os estudantes.

Palavras-chave: ensino personalizado; recuperação contínua da aprendizagem; ensino de matemática; gamificação; números inteiros.

1. INTRODUÇÃO

No ensino de matemática, a necessidade de metodologias que promovam a aprendizagem significativa é crucial, especialmente na introdução de conceitos abstratos como os números inteiros. A dificuldade dos alunos em compreender operações envolvendo números negativos e positivos é um desafio recorrente para educadores do Ensino Fundamental, conforme destacado por Silva (2018) e Pereira (2020). Segundo a teoria de Piaget (1974), o conhecimento matemático se constrói de forma mais eficaz quando os alunos são incentivados a explorar, raciocinar logicamente e interagir socialmente, o que muitas vezes é negligenciado em abordagens pedagógicas tradicionais.

Considerando esse desafio, o uso de jogos educativos em sala de aula tem se mostrado uma estratégia promissora para engajar os alunos e facilitar a compreensão de conceitos matemáticos complexos (Fonseca, 2021; Almeida, 2022). Em resposta a essa necessidade, o Projeto Recupera do Programa Personaliza, desenvolvido com uma turma do sétimo ano do Centro Educacional 182, de São José dos Campos, da Rede SESI-SP de Ensino, propôs uma sequência didática inovadora, baseada na criação de um jogo didático de tabuleiro em parceria com o **Fab Lab** da unidade escolar, com o objetivo de ensinar operações com números inteiros de maneira prática e lúdica.

A atividade foi segmentada em quatro fases principais: na primeira, os alunos trabalharam em sala de aula elaborando esboços do jogo, criando regras e organizando-se em duplas. Na segunda fase, apresentaram suas ideias ao técnico do **Fab Lab Escola**, Guilherme, para discutir a melhor maneira de construir o tabuleiro. Na terceira fase, ocorreu a aplicação do jogo, em que as duplas se revezaram entre si, jogando com diferentes parceiros e praticando as regras estabelecidas. E, na última fase, os conceitos abordados no jogo foram contextualizados e problematizados, com foco nas estratégias matemáticas utilizadas.

O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados dessa sequência didática, evidenciando como o desenvolvimento e a aplicação do jogo de tabuleiro contribuíram para a compreensão das operações com números inteiros, além de fomentar o trabalho em grupo e o engajamento dos alunos na construção do próprio conhecimento.

2. METODOLOGIA

A metodologia deste projeto foi estruturada com base em conceitos de aula gamificada e metodologias ativas, buscando envolver os alunos de forma dinâmica e participativa no processo de aprendizagem dos números inteiros. O projeto foi dividido em quatro fases distintas, cada uma delas integrando elementos de jogo e aprendizagem prática para promover um ensino mais engajador e eficaz.

Primeira Fase • Planejamento e Design do Jogo: dentro de uma abordagem de aula gamificada, os alunos foram divididos em duplas e desafiados a criar um jogo de tabuleiro que incorporasse operações com números inteiros. Essa etapa envolveu a aplicação de metodologias ativas, em que os alunos assumiram um papel central na construção de seu aprendizado. Eles desenvolveram esboços do tabuleiro, definiram as regras do jogo e elaboraram estratégias para aplicar os conceitos matemáticos de forma lúdica. A colaboração e o protagonismo dos alunos foram incentivados, permitindo que eles explorassem as próprias ideias e soluções.

Segunda Fase • Cocriação com o FabLab: foi enfatizada a cocriação, outro princípio das metodologias ativas, ao envolver os alunos em uma parceria com o **Fab Lab**. Os estudantes apresentaram seus projetos ao Guilherme Alvarenga, responsável técnico desse espaço de aprendizagem, para discutir a viabilidade técnica e as melhores formas de transformar seus esboços em tabuleiros reais utilizando os equipamentos *Maker*. Essa etapa não só consolidou o processo criativo mas também integrou habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico; aspectos fundamentais da aprendizagem ativa. O **Fab Lab**, com seu suporte técnico, ajudou a concretizar os protótipos em tabuleiros utilizáveis, realçando a importância da colaboração entre estudantes e especialistas. Nessa etapa, os estudantes aprenderam a utilizar os *softwares* (**Figuras 1 e 2**) e os equipamentos necessários para a confecção das peças e do tabuleiro (**Figuras 3 e 4**), conforme demonstrado a seguir:

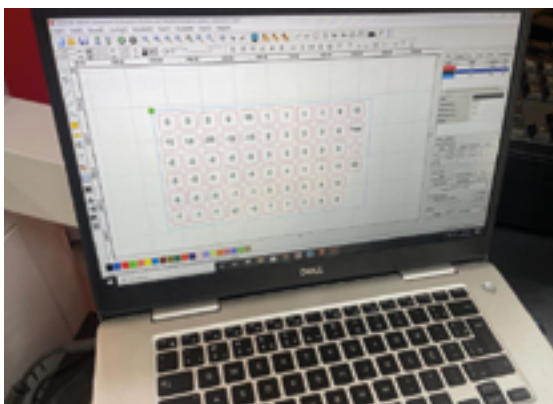


Figura 1: Programa RDWorks – software para criação.



Acervo do autor

Figura 2: Preparação do arquivo para corte e gravação.



Figura 3: Máquina de corte a laser utilizada no projeto.

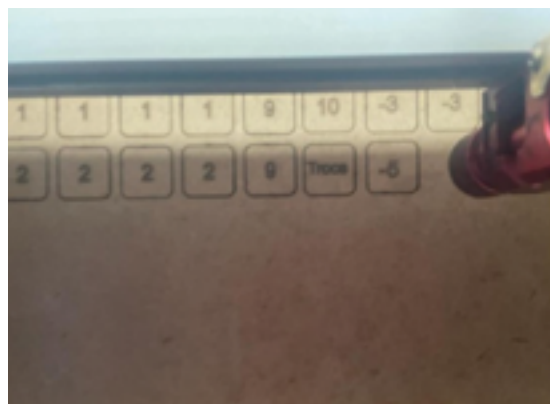


Figura 4: Momento de gravação das peças.

Terceira Fase • Aplicação Prática e Troca de Experiências: o jogo foi implementado em sala de aula, onde as duplas (**Figuras 5 e 6**) jogaram seguindo as regras que haviam criado. A troca de duplas durante o jogo incentivou a colaboração entre diferentes grupos e a adaptação a novas estratégias; elementos-chave da gamificação que mantiveram o engajamento alto e a competição saudável, conforme figuras a seguir:



Figura 5: Estudantes validando o jogo.



Acervo do autor

Figura 6: Estudantes validando o jogo.

Esta fase foi central para que os alunos pudessem aplicar os conceitos matemáticos de forma prática, facilitando a internalização dos conteúdos por meio de experiências diretas e participativas.

Quarta Fase • Reflexão e Consolidação do Conhecimento: a última fase foi dedicada à contextualização e à problematização dos conceitos abordados no jogo, utilizando discussões orientadas pelo professor para conectar a prática à teoria. Os alunos refletiram sobre as estratégias utilizadas durante o jogo e como essas estratégias se relacionavam com os conceitos matemáticos dos números inteiros. Essa fase reforçou a aprendizagem por meio de metodologias ativas, ao promover a autoavaliação e a construção coletiva do conhecimento.

Essa metodologia, centrada na gamificação e nas metodologias ativas, proporcionou um ambiente de aprendizado em que os alunos foram motivados a participar ativamente, colaborar entre si e aplicar os conceitos matemáticos em contextos práticos e significativos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise dos resultados da sequência didática gamificada aplicada a estudantes do Programa Personaliza, que apresentam necessidades específicas de

aprendizagem, observou-se um impacto positivo significativo no engajamento e na compreensão dos conceitos de números inteiros. Esses alunos, que historicamente enfrentam desafios no processo de aprendizagem, mostraram progressos notáveis em seu desempenho acadêmico, evidenciando o potencial das metodologias ativas e da gamificação para atender às suas necessidades educativas.

Notou-se uma melhora considerável na capacidade dos estudantes de resolver problemas que envolvem operações com números inteiros, confirmando a eficácia da metodologia adotada. Esses resultados são consistentes com as conclusões de Silva (2018) e Pereira (2020), que sugerem que abordagens interativas e práticas podem superar as dificuldades tradicionais no ensino de conceitos matemáticos abstratos.

Além disso, a fase de cocriação com o **Fab Lab** demonstrou a importância de integrar recursos externos e tecnologia no processo educativo. A colaboração com esse espaço de tecnologias *Maker* permitiu que os alunos experimentassem o processo de *design* e fabricação, o que não só enriqueceu a experiência de aprendizagem, mas também expôs os estudantes a novas áreas do conhecimento, como a prototipagem e a engenharia de materiais. Esse aspecto é reforçado por Piaget (1974), que defende a construção do conhecimento por meio de atividades práticas e interativas.

Por outro lado, a aplicação prática do jogo evidenciou algumas limitações. Por exemplo, alguns alunos tiveram dificuldade em adaptar-se rapidamente às regras e estratégias, o que inicialmente impactou seu desempenho no jogo. Esse obstáculo ressalta a necessidade de um acompanhamento mais próximo e de instruções claras durante a fase inicial de implementação de atividades gamificadas, conforme discutido por Almeida (2022), que enfatiza a importância de uma mediação eficaz por parte do professor para garantir a assimilação de regras e conceitos.

4. CONCLUSÃO

Os resultados indicam que a utilização de metodologias ativas e da gamificação é uma estratégia eficaz no ensino de matemática para alunos com necessidades educativas específicas. Essas abordagens facilitam a compreensão de concei-

tos complexos e aumentam o engajamento e a motivação dos alunos desde que haja uma adaptação cuidadosa das atividades às suas necessidades individuais.

Figura 7: Estudantes engajados trabalhando em equipe.



Acervo do autor

Essa experiência ressalta a importância de um planejamento pedagógico que considere as particularidades de cada estudante, garantindo, assim, uma aprendizagem mais inclusiva e eficaz.

Conclui-se que a utilização de estratégias como a cocriação e a contextualização dos conceitos, aliadas ao suporte contínuo do professor, são essenciais para maximizar os benefícios das metodologias ativas. O projeto atingiu seus objetivos ao promover um aprendizado mais inclusivo e eficaz, indicando que a gamificação pode ser uma ferramenta poderosa no ensino de matemática para alunos com necessidades específicas de aprendizagem.

Referências

- ALMEIDA, A. B. **Gamificação na educação**: motivação e engajamento no processo de aprendizagem. 2. ed. São Paulo: Editora Educação Ativa, 2022.
- FONSECA, C. S. O uso de jogos educativos no ensino de matemática: estratégias para o aprendizado ativo. **Revista Brasileira de Educação Matemática**, [s. l.], v. 28, n. 3, p. 45-67, 2021.
- PEREIRA, J. L. Dificuldades na aprendizagem de operações com números inteiros: um estudo com alunos do Ensino Fundamental. **Revista de Educação Matemática**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 120-135, 2020.
- PIAGET, J. **A construção do real na criança**. 3. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1974.
- SILVA, M. R. **Estratégias de ensino para operações com números inteiros**: desafios e possibilidades. Rio de Janeiro: Editora Matemática para Todos, 2018.



Gamificação, Interdisciplinaridade e Cultura *Maker*:

Transformando o Ensino de
História e Empreendedorismo



Autores

Fabiana Vieira da Silva¹; Jordan Carvalho de Almeida²; Iliaser Lima de Araujo³; Danilo Fernando Carvalho e Silva⁴.

¹Professora de História do Ensino Fundamental II e Médio do Centro Educacional 427 – Guarulhos do Sesi-SP.

²Professor de Empreendedorismo do Ensino Médio e do Programa Personaliza do Centro Educacional 427 – Guarulhos do Sesi-SP.

³Professor de Matemática do Ensino Fundamental e de Empreendedorismo do Ensino Médio do Centro Educacional 427 – Guarulhos do Sesi-SP.

⁴Analista Técnico Educacional da Supervisão de Tecnologias de Apoio à Aprendizagem do Sesi-SP.

Resumo

Os jogos didáticos têm se mostrado ferramentas eficazes no processo de ensino-aprendizagem, por favorecerem o desenvolvimento de competências, estimularem a curiosidade e promoverem o aprofundamento dos temas abordados, especialmente no componente curricular de História. No entanto, o uso desses recursos no Ensino de História ainda é recente no Brasil, sendo mais comum em áreas como as Ciências da Natureza. Diante dessa lacuna, este trabalho teve como objetivo propor a criação de jogos didáticos voltados ao estudo das relações de trabalho no mundo antigo e medieval, estabelecendo conexões com o universo do empreendedorismo na atualidade. Partindo da compreensão de que o conceito de trabalho, nas sociedades antigas, estava intrinsecamente ligado a outras dimensões da vida social, os estudantes, autores dos jogos, foram convidados a refletir e construir propostas com base nesse ponto de partida. Inspirada na abordagem educacional STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática), a atividade prática e interdisciplinar incentivou a integração de diferentes áreas do conhecimento, aliada ao trabalho em equipe, à cooperação e ao desenvolvimento da autonomia. As etapas envolveram a discussão dos conteúdos históricos, pesquisa orientada, apresentação em seminários, elaboração coletiva das propostas de jogo, produção dos *layouts* com o apoio do Espaço *Maker* do Centro Educacional 427, de Guarulhos, da Rede Sesi-SP de Ensino e, por fim, a apresentação dos jogos à comunidade escolar. Essa última fase foi essencial, pois permitiu aos estudantes explicarem os conteúdos aprendidos por meio do jogo, definirem o público-alvo adequado e conduzirem o ensino das regras de forma contextualizada aos objetivos da disciplina.

Palavras-chave: gamificação; jogo didático; ensino de história; interdisciplinaridade; empreendedorismo; cultura *maker*.

1. INTRODUÇÃO

Tendo em vista o objetivo de desenvolver a consciência histórica por meio de atividades que promovam a participação e o engajamento dos estudantes, aliadas ao letramento digital e ao uso educativo das tecnologias, esta proposta consistiu na produção de jogos didáticos de História, baseados nos conteúdos trabalhados na primeira e na segunda etapas do ano letivo de 2024, com os alunos do 1º ano do Ensino Médio.

A professora de História do Ensino Fundamental II e Médio do Centro Educacional 427, de Guarulhos, da Rede Sesi-SP de Ensino, na qualidade de pesquisadora e educadora, identificou uma lacuna na produção de materiais voltados ao desenvolvimento de habilidades específicas no campo do Ensino de História (Silva *et al.*, 2020). A maioria dos jogos disponíveis no mercado não contempla aspectos como a compreensão de conceitos históricos fundamentais, formas de hierarquização social, relações de trabalho e diversidade de sociedades além do contexto europeu. Além disso, muitos dos jogos mencionados pelos próprios alunos durante rodas de conversa revelaram-se inadequados para menores de idade, seja pelo conteúdo violento, seja pela reprodução de visões distorcidas da história.

Diante disso, a proposta foi incentivar os alunos a atuar como produtores de materiais educativos no Espaço *Maker* da unidade escolar, permitindo que compreendessem não apenas os conteúdos históricos, mas também o processo completo de criação em um ambiente laboratorial de aprendizagem.

De modo geral, a produção de jogos didáticos é uma ferramenta pedagógica promissora, capaz de suprir lacunas deixadas por abordagens tradicionais, promovendo uma construção mais significativa do conhecimento. Além disso, esses jogos contribuem para o engajamento dos alunos, estimulando a participação ativa no processo de ensino-aprendizagem (Barros; Miranda; Costa, 2019). Tanto os estudantes que produziram os jogos quanto aqueles que os utilizarem poderão compreender conceitos como trabalho, política, entretenimento, formas de hierarquização social, dominação territorial e demais aspectos de dominação social, política, cultural e econômica no mundo antigo e medieval.

Em parceria com o componente curricular de Empreendedorismo no Ensino Médio, desenvolveu-se uma proposta interdisciplinar entre áreas do conhecimen-

to. Os alunos, munidos dos conhecimentos adquiridos nas aulas de História, atuaram como empreendedores no universo dos jogos, explorando temas como projeto de vida e mundo do trabalho, em consonância com a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018).

Para garantir a efetivação dos objetivos de aprendizagem, o projeto foi organizado em diversas etapas. Os alunos foram agrupados por afinidades; os temas foram redistribuídos; e os tópicos essenciais relacionados a cada civilização foram apresentados aos grupos. Cada equipe aprofundou uma temática histórica, com foco nas relações de trabalho no mundo antigo e medieval, estabelecendo conexões com a atualidade. Os conteúdos abrangeram civilizações como Índia Antiga, Grécia, Roma, Egito, Mesopotâmia e Europa Ocidental Medieval.

Ao final das apresentações dos seminários, cada grupo apresentou sua proposta de jogo, que foi debatida coletivamente. Todos os estudantes foram convidados a contribuir com ideias e sugestões. Os jogos deveriam considerar faixas etárias e complexidades distintas, desde conceitos básicos para alunos do Ensino Fundamental I até temas mais elaborados para o Ensino Médio.

A culminância do projeto foi a realização de uma feira de jogos (**Figura 1**), aberta a diferentes públicos da comunidade escolar. Nessa etapa, os alunos apresentaram e explicaram seus jogos, ensinando as regras e contextualizando os conteúdos de acordo com os objetivos pedagógicos da disciplina de História. Os jogos abordaram temas como relações de poder, formas de trabalho, religiosidade, entretenimento e outros elementos centrais para a compreensão do funcionamento das sociedades.



Figura 1: Estudantes durante apresentação dos materiais na Feira de Jogos.

Durante o processo, os alunos realizaram pesquisas, produziram *slides* e participaram de apresentações em formato de seminário. A partir das discussões em

sala, das contribuições dos colegas sobre os projetos e das orientações recebidas no Espaço *Maker*, os jogos foram refinados até a etapa final de apresentação.

Por fim, os professores do componente de Empreendedorismo contribuíram com atividades voltadas à identificação de demandas de mercado, trabalho em equipe, aprimoramento da comunicação, expressão de ideias, responsabilidade, cumprimento de prazos, controle de tempo, criatividade e resolução de problemas – habilidades fundamentais tanto para o mundo do trabalho quanto para a formação integral dos estudantes.

2. METODOLOGIA

Os alunos foram organizados em grupos e a cada equipe foi atribuído um tema específico, com tópicos previamente definidos para estudo. Inicialmente, os grupos realizaram pesquisas e apresentaram seus conteúdos por meio de seminários para toda a turma, promovendo o compartilhamento de informações e a construção coletiva do conhecimento. Em seguida, com base nos temas abordados, cada grupo planejou e desenvolveu um jogo didático relacionado ao conteúdo estudado, resultando na criação de cinco jogos distintos, conforme apresentado na **Tabela 1**.

Tabela 1. Descrição sobre o tema, tópicos abordados e produção dos jogos didáticos de História

Tema do jogo	Tópicos abordados	Produção	Recursos utilizados
Índia Antiga	• Características das cidades de Mohenjo-daro e Harappa; • Mapa com a localização dos espaços; • Fotos e análise dos vestígios arqueológicos; • Relações de trabalho nessas duas cidades – análise das fontes.	Jogo de tabuleiro	• Máquina de corte a laser; • Placas MDF; • Impressora 3D com filamentos ABS e PLA.

Tema do jogo	Tópicos abordados	Produção	Recursos utilizados
Mesopotâmia	• Povos que habitavam a região; • Vestígios arqueológicos; • Relações de trabalho existentes; • Localização dos espaços estudados.	Jogo de tabuleiro	• Máquina de corte a laser; • Placas MDF; • Impressora 3D com filamentos ABS e PLA.
Egito	• Análise de mapas; • Vestígios arqueológicos; • Formação do império; • Relações de poder.	Uso do Minecraft, produção de cartas e jogo de tabuleiro	• Máquina de corte a laser; • Placas MDF; • Impressora 3D com filamentos ABS e PLA; • <i>Notebooks</i>.
Roma	• Povos que habitavam a região; • Formas de lazer e entretenimento; • Relações de trabalho; • Vestígios arqueológicos na região.	Maquete com recicláveis, tabuleiro e quebra-cabeça	• Máquina de corte a laser; • Placas MDF; • Impressora 3D com filamentos ABS e PLA.
Idade Média	• Diferentes grupos sociais e formas de hierarquização social; • Relações de poder; • Poder da Igreja; • Feudalismo.	Tabuleiro e jogo de cartas	• Máquina de corte a laser; • Placas MDF; • Impressora 3D com filamentos ABS e PLA.

No componente curricular de Empreendedorismo, os alunos realizaram pesquisas sobre as relações de trabalho no mundo antigo e contemporâneo, analisando as transformações ao longo do tempo. Entre os temas investigados, destacaram-se: as diferentes formas de organização do trabalho, a escravidão e a servidão, as lutas pela sobrevivência das populações mais vulneráveis, bem como questões relacionadas à raça e ao gênero nas dinâmicas laborais. Essa abordagem permitiu aos estudantes estabelecerem conexões críticas entre passado e presente, ampliando a compreensão sobre os desafios históricos e atuais do mundo do trabalho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto foi desenvolvido em múltiplas etapas, com avaliações formativas realizadas ao longo de todo o processo de produção. Assim, para além do produto final – como jogos (**Figura 2**), maquetes ou cartas –, os resultados obtidos desde as rodas de conversa até a apresentação final evidenciaram avanços consideráveis na aprendizagem e no desenvolvimento de competências. Entre os principais resultados, destacam-se:

- Maior engajamento dos estudantes nos estudos históricos, impulsionado pela gamificação, que permitiu direcionar as pesquisas com base nos interesses individuais e coletivos;
- Compreensão dos processos de produção no Espaço *Maker*, com o estudante assumindo o papel de protagonista em sua aprendizagem;
- Aprofundamento das pesquisas, estimulando a busca ativa por informações relevantes para a construção das propostas lúdicas;
- Fortalecimento do trabalho colaborativo, com significativa evolução nas dinâmicas de equipe e na participação coletiva;
- Apropriação de conceitos essenciais da disciplina de História e desenvolvimento da capacidade de analisar o funcionamento das sociedades em diferentes períodos e civilizações;
- Aprimoramento das relações interpessoais e das competências necessárias ao trabalho em equipe;
- Desenvolvimento de habilidades de comunicação, argumentação, expressão e apresentação de ideias;
- Reflexão crítica sobre jogos educativos, considerando adequação às faixas etárias e aos níveis de complexidade dos conteúdos abordados;
- Promoção da responsabilidade individual e coletiva, com ênfase no cumprimento de prazos e no gerenciamento do tempo;
- Estímulo à criatividade e ao desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas diante dos desafios do projeto.



Figura 2: Um dos jogos didáticos criados no projeto.

Esses resultados evidenciam que a proposta pedagógica, ao integrar a gamificação, a pesquisa histórica e a cultura *maker*, proporcionou uma aprendizagem significativa e contextualizada. O envolvimento ativo dos estudantes em todas as etapas do processo favoreceu o desenvolvimento de competências cognitivas, sociais e emocionais, ao mesmo tempo que ampliou a compreensão crítica sobre os conteúdos históricos. A experiência demonstrou o potencial transformador de metodologias interdisciplinares, que colocam o aluno no centro do processo educativo e valorizam a construção coletiva do conhecimento (Montanaro, 2022).

4. CONCLUSÃO

Acreditamos que um importante passo foi dado para que os componentes curriculares de História e Empreendedorismo sejam compreendidos como espaço

de construção de raciocínios capazes de desenvolver nos alunos uma consciência histórica – sobretudo tendo em vista conceitos aparentemente simples, mas essenciais à disciplina, que muitas vezes se mostram bastante desafiadores para a compreensão apenas a partir da teoria.

Compreender o funcionamento de sociedades, tais como a sociedade de casta indiana, as hierarquias sociais no mundo medieval, formas de trabalho e divertimento no mundo antigo associadas às concepções de política da época e o despertar de curiosidade para temas ligados à religiosidade grega foram alguns dos objetivos específicos contemplados. A construção desses conhecimentos se mostrou eficaz na medida em que os alunos apresentaram os jogos para outros educandos, ensinando-os de modo prazeroso todo conhecimento previamente pesquisado e sistematizado por eles ao longo de quatro meses de pesquisa, trabalho, discussão.

A proposta desenvolvida foi altamente relevante ao promover uma formação integral dos alunos, alinhada às demandas contemporâneas de inovação e desenvolvimento de habilidades essenciais. Os objetivos de integrar a cultura *maker* e as metodologias STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) foram amplamente alcançados, demonstrando como essas abordagens são fundamentais para preparar os estudantes para os desafios do futuro. A cultura *maker* incentiva a autonomia, a criatividade e o protagonismo dos alunos, permitindo que eles se envolvam de maneira ativa em suas aprendizagens, enquanto as práticas STEAM promovem um pensamento crítico, colaborativo e voltado para a solução de problemas complexos. Essas competências são cruciais não apenas para o desenvolvimento acadêmico mas também para a formação de cidadãos capazes de transformar o mundo ao seu redor. Assim, a Rede SESI-SP de Ensino, ao investir em tais metodologias, cumpre seu papel de proporcionar uma educação que vai além do tradicional, formando indivíduos completos, inovadores e preparados para o século XXI.

Outras questões essenciais para o desenvolvimento dos educandos estão relacionadas às interações entre os grupos, intergrupais, desafios de respeito às diferentes ideias, propostas apresentadas, tentativas que falharam, ideias que não foram possíveis de ser realizadas. Todo esse processo é essencial para o desenvolvimento socioemocional dos nossos alunos.

Referências

- BARROS, M. G. F. B.; MIRANDA, J. C.; COSTA, R. C. O uso de jogos didáticos no processo ensino-aprendizagem. **Revista Educação Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 23, p. 1-5, 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.
- MONTANARO, Paulo. Estratégias de gamificação no ensino. *In*: SILVA, João (org.). **Inovações tecnológicas na educação**. Rio de Janeiro: Editora Acadêmica, 2022. p. 120-138.
- SILVA, L. V. *et al.* A pesquisa sobre jogos como recursos didáticos no campo do Ensino de História no Brasil: um estudo do estado do conhecimento. **História & Ensino**, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 374-399, 2020.



GeoWar:

**Produção de jogos didáticos
para Ensino de Geografia através
da abordagem STEAM**



Autores

Laryssa Omito Pinto Verri¹; Kathia Nogima²; Ana Carolina Gelako Silva³; Beatriz da Cruz Puríssimo³.

¹Professora de Geografia do Ensino Médio do Centro Educacional 138 – Santo Anastácio do Sesi-SP.

²Analista Técnico Educacional da Supervisão de Tecnologias de Apoio à Aprendizagem do Sesi-SP

³Estudantes do 2º ano do Ensino Médio do Centro Educacional 138 – Santo Anastácio do Sesi-SP.

Resumo

Nos últimos anos, a Educação tem passado por uma transformação grande, buscando métodos inovadores para engajar os alunos e promover uma aprendizagem mais profunda e significativa. A gamificação ou a aplicação de elementos de jogos em contextos educacionais tem emergido como uma estratégia eficaz para alcançar esses objetivos. No ensino de Geografia para o Ensino Médio, os jogos podem proporcionar uma abordagem interativa e prática para a compreensão de conceitos geográficos complexos, fomentando o engajamento dos alunos e facilitando o desenvolvimento do raciocínio espacial. Além disso, as atividades *Maker* oferecem uma abordagem dinâmica e envolvente para o ensino de Geografia, proporcionando múltiplas vantagens que vão além da simples memorização de fatos. Ao integrar práticas manuais, tecnologia e colaboração, essas atividades promovem uma compreensão mais profunda e prática dos conceitos geográficos, preparando os estudantes para enfrentar os desafios do mundo real com criatividade e pensamento crítico. Partindo desses princípios, iniciou-se uma jornada de conhecimento e imersão, baseada nos conceitos da abordagem STEAM, com os alunos dos 2º e 3º anos do Ensino Médio, visando ultrapassar as dificuldades relacionadas à compreensão dos aspectos geofísicos dos continentes. Assim, este estudo investiga os impactos da elaboração e uso do jogo GeoWar no ensino de Geografia para alunos do Ensino Médio, explorando sua metodologia, resultados e implicações pedagógicas.

Palavras-chave: gamificação; cultura *maker*; jogos didáticos; ensino de geografia; STEAM.

1. INTRODUÇÃO

A compreensão dos espaços físicos e humanos representa um grande desafio para os alunos do Ensino Médio, decorrente de uma série de fatores que limitam a assimilação plena desses conceitos geográficos complexos. Identificar e enfrentar essas dificuldades é central para promover uma educação geográfica eficaz e significativa (Almeida; Martins; Silva, 2019).

Segundo Bonfim (2006), para a maioria dos alunos, a aprendizagem da Geografia na escola se reduz somente à memorização, sem fazer referência às experiências socioespaciais. Proporcionar aos estudantes atividades com significado, que tragam a possibilidade de compreender a geografia enquanto área do conhecimento essencial para a vida em sociedade, é de suma importância para a formação integral dos educandos, preparando-os para olhar o mundo de forma crítica e atuante, como o Currículo da Rede SESI-SP de Ensino prevê:

O processo de alfabetização geográfica se constitui pela apropriação de diferentes linguagens, sendo elas orais, gráficas, estatísticas, numéricas, digitais, artísticas dentre outras, com o objetivo de possibilitar o registro e o processo de apreensão dos fenômenos observados na realidade, valorizando o conhecimento das diferentes culturas e pensamentos (SESI-SP, 2023).

Diante desse cenário, o objetivo geral deste estudo é investigar o impacto da cultura *maker* e da utilização do jogo didático criado pelos próprios alunos no ensino de geografia. Busca-se avaliar como essa abordagem pode melhorar o conhecimento geográfico, aumentar o engajamento dos alunos e desenvolver habilidades críticas de raciocínio espacial e colaboração para estudantes do Ensino Médio.

Os objetivos específicos do trabalho incluem avaliar o impacto no conhecimento geográfico, mensurando a melhoria no desempenho dos alunos antes e depois da elaboração e da implementação do jogo educativo. Além disso, pretende-se analisar o engajamento e a motivação dos alunos, observando e registrando o nível de participação ativa durante as sessões de jogo em comparação com as aulas tradicionais de Geografia. Outro objetivo é desenvolver habilidades de racio-

cínio espacial, examinando como os jogos educativos podem ajudar os alunos a ampliar habilidades de pensamento espacial e a aplicar conceitos geográficos em contextos práticos.

Busca-se também incentivar a colaboração e o trabalho em equipe, investigando como os desafios *maker* e as dinâmicas de jogo contribuem para o desenvolvimento de habilidades sociais entre os alunos. Para isso, serão coletados relatos qualitativos por meio de entrevistas e questionários aplicados a alunos e professores, a fim de avaliar a experiência de aprendizagem e a eficácia dos jogos educativos no ensino de geografia. Por fim, pretende-se identificar possíveis obstáculos na implementação desses recursos no currículo e propor soluções para superá-los.

2. METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida no Centro Educacional 138, de Santo Anastácio, da Rede Sesi-SP de Ensino, com uma amostra de 64 alunos dos 2º e 3º anos do Ensino Médio. A metodologia envolveu o desenvolvimento e a implementação de um jogo educativo de geografia produzido especificamente para a problemática deste estudo.

Conforme Rodrigues, Palhano e Vieceli (2021), “[...] o uso da cultura *maker* potencializa a prática na qual o educando é protagonista do processo de construção de seus saberes, [...] permitindo também a valorização de sua experiência e a oportunidade da aprendizagem significativa a partir de seus erros e acertos dentro do processo de aquisição do conhecimento.” A partir desse pressuposto e indo ao encontro da problemática exposta, a professora Laryssa, responsável pelo componente curricular de Geografia no Ensino Médio, propôs aos estudantes dos 2º e 3º anos o desenvolvimento de um jogo de tabuleiro, inspirado no clássico jogo “War”, que utilizasse o espaço geográfico mundial e abordasse os conhecimentos vistos em Geografia. Para o 2º ano, a proposta foi a criação de um jogo de conhecimentos gerais e, para o 3º ano, a criação do jogo envolveu um tema mais específico, por exemplo, geopolítica ou relevo.

Para isso, o projeto teve as seguintes etapas:

- 1 Planejamento e desenvolvimento do jogo:** momentos de *brainstorm* conduziram a ideação do jogo. Sempre com a mediação da professora, os alunos pensaram e definiram o formato do jogo e quais informações seriam importantes, buscando consolidar os conhecimentos adquiridos nas aulas.
- 2 Coleta de dados:** pesquisas sobre os países e as características geopolíticas para a composição das cartas e das regras.
- 3 Construção:** utilizando o Espaço *Maker* em parceria com o Orientador de Educação Digital da unidade escolar, iniciou-se a construção dos tabuleiros em MDF (**Figura 1**) e acrílico, utilizando *softwares* de modelagem 2D, máquina de corte a laser e a elaboração das peças dos exércitos utilizando *softwares* de modelagem 3D e impressora 3D (**Figura 2**).



Figura 1: Protótipo do jogo GeoWar no tabuleiro em MDF.



Figura 2: Protótipo de exército produzido na impressora 3D.

- 4 Implementação:** o projeto ainda está em fase de produção pelos alunos. Para a implementação, pretende-se aplicar o jogo e colher os dados relativos à experiência e ao aprendizado dos estudantes.

No 2º ano do Ensino Médio, as estudantes Ana Carolina e Beatriz desenvolveram o *layout* das cartas (**Figura 3**) e a organização das informações utilizando o aplicativo *Canva* (**Figura 4**). Já os demais estudantes dividiram-se entre os países no levantamento de informações. Atualmente, o trabalho encontra-se em desenvolvimento, na finalização da etapa de levantamento de dados e na construção do tabuleiro e das cartas em parceria com o Orientador de Educação Digital e a estagiária do Espaço *Maker* da unidade escolar.



Figura 3: Estudantes durante o desenvolvimento do *layout* das cartas do jogo GeoWar.



Figura 4: Produção final das cartas do jogo desenvolvido pelas alunas no aplicativo Canva.

No 3º ano, os estudantes também se organizaram em grupos, contudo escolheram como tema os blocos econômicos e os conflitos geopolíticos mais relevantes pós-Guerra Fria. Assim, utilizando o *layout* produzido pelo 2º ano, organizaram as informações sobre os blocos econômicos, colocando nas cartas de “sorte” as ações promovidas pelas Nações Unidas e nas cartas de “azar” os conflitos geopolíticos (Guerra do Iraque, Questão Palestina e Guerra da Ucrânia). A ideia é utilizar o mesmo tabuleiro, produzido em acrílico, e a cada jogo criado pelos estudantes utilizarmos “máscaras” para as adaptações necessárias; assim, aproveitaríamos esse recurso em sua totalidade, multiplicando as suas formas de uso.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Empregando a abordagem ABP (Aprendizagem Baseada em Projetos), os estudantes foram instigados a selecionar alguns países de destaque no cenário mundial e produzir um portfólio para cada país, pesquisando suas características físicas (clima, relevo, vegetação), políticas, sociais e culturais, além de compreender as divisões geopolíticas e, durante o jogo, analisar as características para a criação de uma estratégia, buscando a concretização do desafio da equipe.

A fixação, a assimilação e a correlação de conceitos para criar e posteriormente solucionar as questões do jogo se dá de forma descontraída e ao mesmo tempo exige dos estudantes competências que não se limitam ao conhecimento geográfico, mas envolvem as vivências essenciais ao seu desenvolvimento integral.

Algumas dificuldades foram observadas até o momento, como a definição do tabuleiro e a adequação das regras para que fosse possível manter a dinâmica do jogo, mas acrescentando elementos que levassem ao conhecimento desejado. Em contrapartida, também se observaram possibilidades de expansão do projeto, contemplando outras áreas e componentes, pois no decorrer do planejamento surgiram necessidades de pesquisas e estudos diversos, por exemplo, razão e proporção para o desenvolvimento do tabuleiro.

Os resultados de cada etapa ainda estão em processo de análise, uma vez que o projeto se encontra em fase de desenvolvimento.

4. CONCLUSÃO

Embora ainda em fase de desenvolvimento, a atividade já apresenta resultados positivos ao longo de sua implementação, tanto no âmbito pedagógico quanto no socioemocional. Observa-se o fortalecimento do trabalho em equipe, da criatividade, da autogestão e da organização, além de uma clara motivação dos estudantes em consolidar e compartilhar seus conhecimentos. Nesse contexto, a abordagem STEAM demonstra ser uma ferramenta potente na formação acadêmica e também na construção de sujeitos autônomos, inovadores e capazes de transformar sua realidade.

Como perspectiva conclusiva, espera-se que a produção do jogo contribua para a aprendizagem geográfica, promovendo o desenvolvimento de um conhecimento mais aprofundado e significativo. A proposta metodológica adotada tende a intensificar o engajamento e a motivação dos estudantes, tornando o processo educativo mais dinâmico, interativo e contextualizado. Além disso, prevê-se o aprimoramento do raciocínio espacial e a aplicação de conceitos geográficos em situações práticas, aliando teoria e experiência. Todas as etapas do projeto, ao integrar conhecimentos científicos e técnicos, também favorecem o desenvolvimento de competências socioemocionais essenciais, preparando os estudantes para os desafios acadêmicos e profissionais do futuro.

Referências

- ALMEIDA, C. C. T.; MARTINS, E. R.; SILVA, J. L. B. A ciência geográfica e o ensino de geografia dos anos 1980 aos dias de hoje: uma avaliação. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, Campinas, v. 9, n. 18, p. 5-19, jul./dez., 2019.
- BOMFIM, N. R. A imagem da Geografia e do ensino da Geografia pelos professores das séries iniciais. **Estudos Geográficos**: Revista Eletrônica de Geografia, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 107-116, 2006.
- RODRIGUES, G. P. P.; PALHANO, M.; VIECELI, G. O uso da cultura *maker* no ambiente escolar. **Revista Educação Pública**, v. 21, n. 33, 31 ago. 2021. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/33/o-uso-da-cultura-maker-no-ambiente-escolar>. Acesso em: 2 jul. 2025.
- SESI-SP. **Referenciais Curriculares da Rede Escolar SESI-SP**. São Paulo: SESI, 2023.



Horta Tecnológica:

Uma abordagem STEAM,
interdisciplinar e multisseriada
sobre Sustentabilidade



Autores

Erica Galdino da Silva¹; Gabriel Oliveira de Andrade²; Jessica Helfenstens da Silva³; Katia Izabel da Silva Soares⁴; Suelen Cristina Bernardino da Cunha⁵; Tiago Murilo Silveira⁶; Anderson Massao Ito⁷.

¹Professor de Educação Básica I do Centro Educacional 400 – São Roque do Sesi-SP.

²Orientador de Educação Digital do Centro Educacional 400 – São Roque do Sesi-SP.

³Professor de Educação Básica I do Centro Educacional 400 – São Roque do Sesi-SP.

⁴Professor de Biologia e Eixo Integrador do Centro Educacional 400 – São Roque do Sesi-SP.

⁵Professor de Educação Básica I do Centro Educacional 400 – São Roque do Sesi-SP.

⁶Professor de Matemática, Programação e Robótica e Para Gabaritar do Centro Educacional 400 – São Roque do Sesi-SP.

⁷Analista Técnico Educacional da Supervisão de Tecnologias de Apoio à Aprendizagem

Resumo

Este projeto propõe a criação de um minhocário integrado a uma horta tecnológica com sistema de irrigação automática, visando promover educação ambiental, sustentabilidade e aprendizado prático para estudantes de diferentes níveis. A iniciativa envolve atividades interdisciplinares que conectam Ciências Biológicas, Matemática, Tecnologia, Engenharia e Artes, abordando o problema do descarte inadequado de resíduos em áreas rurais do município de São Roque - SP, onde a coleta e o tratamento de esgoto são insuficientes. Os alunos aplicam conhecimentos diversos de forma colaborativa, vivenciando a importância da compostagem e reciclagem de resíduos orgânicos para a saúde ambiental e sustentabilidade. Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), apenas 25,43% do esgoto de São Roque é tratado adequadamente, enquanto 58,61% é coletado sem tratamento e 15,96% não é coletado nem tratado. O projeto também busca conscientizar a comunidade escolar sobre os benefícios da fossa asséptica ou vermifiltro, que utiliza minhocas para decompor matéria orgânica, contribuindo para a redução da poluição dos lençóis freáticos e efluentes, promovendo um impacto ambiental positivo.

Palavras-chave: resíduo orgânico; minhocário; horta; saneamento básico.

1. INTRODUÇÃO

A abordagem STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) tem ganhado destaque na educação contemporânea como uma metodologia inovadora que integra diversas áreas do conhecimento, estimulando o aprendizado ativo e a resolução de problemas concretos. Essa abordagem vai além de incentivar criatividade e pensamento crítico, preparando os alunos para os desafios do século XXI ao desenvolver habilidades essenciais como colaboração, comunicação e solução de problemas complexos. Ao engajar os estudantes em projetos que combinam teoria e prática, a STEAM enriquece a experiência educacional e contribui para a formação de cidadãos críticos e inovadores (Bacich; Holanda, 2020).

Nesse contexto, o projeto propõe a criação de um minhocário integrado a uma horta tecnológica com irrigação automática, implantado na escola para promover educação ambiental, sustentabilidade e aprendizado prático entre estudantes de diferentes níveis. A iniciativa envolve atividades interdisciplinares que abrangem Ciências Biológicas, Matemática, Tecnologia, Engenharia e Artes, buscando transformar a realidade da comunidade escolar diante do descarte inadequado de resíduos em áreas afastadas da região central, onde a coleta de esgoto é inexistente.

Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o município de São Roque - SP trata adequadamente apenas 25,43% do seu esgoto, enquanto 58,61% dele é coletado sem tratamento e 15,96% não é coletado nem tratado. Diante desse cenário, o projeto visa conscientizar a comunidade escolar sobre os benefícios da fossa asséptica ou vermifiltro; sistemas que utilizam minhocas para decompor matéria orgânica residencial, reduzindo a poluição dos lençóis freáticos e dos efluentes locais (Madrid, 2016; Rocha *et al.*, 2003).

O projeto busca integrar as diferentes modalidades de ensino em uma proposta funcional e significativa, mobilizando estudantes, equipe escolar e toda a comunidade em torno de um objetivo comum. Pretende-se aplicar os conteúdos escolares de maneira prática e intencional, promovendo aprendizagens que sejam relevantes tanto para os estudantes quanto para a comunidade. Ao longo do desenvolvimento, os alunos são incentivados a buscar estratégias e soluções para os desafios que surgirem, estimulando o pensamento crítico e a criatividade.

Além disso, o projeto valoriza a compreensão dos procedimentos de pesquisa científica, orientando os estudantes a levantar hipóteses, buscar informações e experimentar possibilidades que atendam às suas investigações. Parte do processo envolve organizar, selecionar e construir argumentos que expressem claramente os resultados das investigações e experimentações realizadas.

No aspecto científico, espera-se que os alunos reconheçam a atuação dos fungos e das bactérias, compreendendo seu papel essencial no ambiente. Também é fundamental ampliar a compreensão da Matemática, explorando novos ângulos e perspectivas para aplicar conceitos abstratos de forma concreta. Outro ponto é o entendimento da biologia das minhocas e do processo de decomposição orgânica, além da conscientização sobre a importância do cuidado ambiental e de como a natureza contribui para esses processos.

O projeto inclui o uso de ferramentas e métodos para monitorar e documentar as etapas do trabalho, preparando os estudantes para o planejamento, a construção e a manutenção de um minhocário de alvenaria. A criação de materiais educativos e artísticos relacionados ao tema também faz parte do processo, propiciando uma comunicação mais ampla e criativa sobre o conhecimento adquirido. Por fim, os alunos serão capazes de coletar e analisar dados referentes à decomposição, ao ambiente e ao crescimento das minhocas, aprimorando habilidades de observação e análise científica.

Para o 3º ano do Ensino Fundamental I, o projeto contempla competências como compreender conceitos de área e perímetro, resolver problemas envolvendo figuras planas sem o uso de fórmulas, e identificar semelhanças e diferenças entre figuras planas e espaciais, relacionando-as a objetos do cotidiano. Em Ciências, os estudantes devem identificar a importância do solo, água, luz, calor e ar para os seres vivos, reconhecer o papel de fungos e bactérias no ambiente, e compreender a relação entre higienização, descarte de alimentos, saúde e produção de lixo.

No 5º ano do Ensino Fundamental I, os alunos serão estimulados a classificar triângulos e quadriláteros segundo suas propriedades, além de identificar ângulos retos e não retos utilizando diferentes recursos, como dobraduras, esquadros ou *softwares* de Geometria.

Já no 8º ano do Ensino Fundamental II, espera-se que os estudantes usem instrumentos de medida (régua, compasso, transferidor), tanto físicos quanto virtuais, para construir e explorar elementos geométricos, como circunferências, arcos e ângulos. O projeto também inclui o entendimento do cálculo do π (pi), o significado do comprimento da circunferência e o cálculo de áreas e perímetros de figuras planas, incluindo problemas envolvendo grandezas e unidades de medida.

No 1º ano do Ensino Médio, as expectativas incluem a avaliação e a previsão dos efeitos das intervenções humanas nos ecossistemas, considerando os ciclos da matéria e as transformações de energia, além da capacidade de relacionar o reaparecimento de doenças à degradação ambiental e à ocupação urbana desordenada. Também faz parte do currículo o debate crítico sobre o papel do conhecimento científico na evolução da sociedade, refletindo sobre suas consequências e implicações para uso e descarte responsável de materiais.

2. METODOLOGIA

O projeto teve início com discussões em sala de aula sobre os objetos de estudo, contemplando os diferentes níveis de ensino. Dentre as várias intencionalidades de um projeto integrador, destacou-se o trabalho com o componente curricular de Matemática. O desafio principal foi fazer com que os estudantes compreendessem os conceitos matemáticos trabalhados em sala e pesquisados sob uma nova perspectiva, conforme propõe o Projeto Por Outros Ângulos, da rede Sesi-SP.

Após a identificação da situação-problema, os estudantes iniciaram pesquisas para compreender os princípios da compostagem, o funcionamento do minhocário e as melhores práticas para o cultivo de hortaliças. Esses estudos embasaram as ações práticas e foram articulados com as expectativas de ensino de cada etapa escolar.

Em seguida, os alunos elaboraram um plano detalhado, que considerou os materiais necessários, os profissionais envolvidos, as etapas do processo e o cro-

nograma de atividades a serem desenvolvidas. Com as funções distribuídas, cada grupo – incluindo gestão, equipe de apoio, professores do Fundamental I, Fundamental II e Ensino Médio, nutricionista, OED, jardineiro, equipe de manutenção e os próprios estudantes – passou a executar as tarefas designadas, como medições e delimitação dos espaços para a horta e o minhocário.

Nas turmas do Ensino Médio, o projeto iniciou-se com uma aula expositiva introdutória sobre o conceito de minhocário, destacando seu papel ecológico e a importância da reciclagem de resíduos orgânicos. Durante essa fase, os estudantes exploraram os ciclos de matéria e energia, discutindo como o minhocário influencia esses processos naturais.

Posteriormente, os alunos foram organizados em grupos para planejar a construção da composteira. Eles ficaram responsáveis pela produção de cartazes, organização das tarefas e elaboração de listas de materiais, como tijolos, terra, minhocas, resíduos orgânicos e lona plástica. Também desenvolveram um cronograma, aplicando conceitos de Engenharia ao planejamento do projeto.

Durante toda a execução, foram utilizados dispositivos tecnológicos, por exemplo, celulares, para registrar o andamento do trabalho, incluindo fotos e filmagens das etapas de construção.

A introdução do Arduino Uno, microcontrolador acessível e de fácil programação, permitiu aos estudantes aprenderem noções básicas de eletrônica e programação. Sensores de umidade do ar e do solo conectados ao Arduino possibilitaram a coleta contínua de dados, revelando como as condições ambientais impactam a decomposição dos resíduos orgânicos no minhocário. Além disso, a medição do pH do solo, realizada com o Labdisc – um laboratório portátil para experimentos científicos – acrescentou uma análise fundamental para garantir o equilíbrio do solo e a saúde das minhocas; fundamentais para o sucesso da compostagem.

A escolha dos espaços dentro da unidade escolar considerou critérios como incidência de luz e sombra, impacto na rotina escolar e infraestrutura disponível, como um pergolado de troncos e estruturas de blocos. Esses locais (**Figuras 1 e 2**) funcionam como laboratórios vivos para observação de fenômenos biológicos, além de permitir que toda a produção da horta seja consumida pela comunidade escolar.



Figura 1: Local escolhido para a horta.



Acervo do autor

Figura 2: Local escolhido para a composteira.

Com os espaços definidos, iniciaram-se as etapas de elaboração dos projetos (**Figuras 3 e 4**) e esboços das instalações. O desenvolvimento do canteiro da composteira envolveu organização do espaço, elevação das paredes, isolamento do solo (**Figura 5**) e preparação dos materiais necessários para a compostagem.

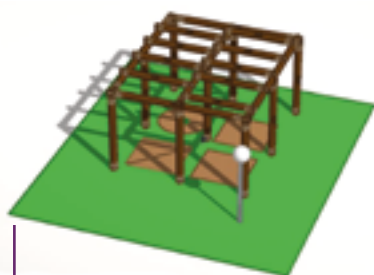


Figura 3: Visão 3D do projeto digital da horta.

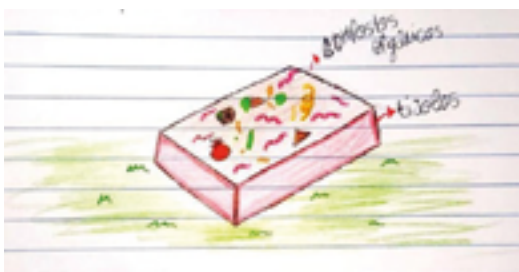


Figura 4: Esboço dos estudantes sobre o projeto da composteira.



Acervo do autor

Figura 5: Processo de isolamento do solo na construção da composteira.

Após a consolidação da composteira, que produziu húmus de minhoca em quantidade suficiente, estudantes do Fundamental I e II realizaram medições de perímetro e área dos canteiros (**Figura 6**), aplicando conhecimentos geométricos que correspondem às expectativas de ensino de cada série.



Figura 6: Medição de perímetro feito por estudantes do 3º ano do Ensino Fundamental.

Durante a preparação do solo, os alunos mediram o pH utilizando o Labdisc (**Figura 7**); dispositivo eletrônico que funciona como laboratório portátil, ajustando a acidez para otimizar o plantio e garantir a interação equilibrada entre o solo e o húmus produzido.



Figura 7. Teste de pH do solo usando o Labdisc.

Do plantio (**Figura 8**) à colheita (**Figura 9**), os estudantes acompanharam todo o ciclo da horta. O alimento produzido foi destinado ao refeitório da escola, promovendo o consumo de produtos orgânicos cultivados a partir dos próprios resíduos alimentares reciclados.



Figura 8: Dia de plantio de mudas de alface na horta.



Figura 9: Dia de colheita de alface produzida na horta.

Complementando o projeto, foi implementado um sistema de monitoramento da umidade do solo e temperatura do ar (**Figura 10**) com sensores integrados ao Arduino para automatizar a irrigação. Esse sistema controla a rega e também coleta dados para análise e estudo dos parâmetros ambientais.



Figura 10: Protótipo para medição de umidade e temperatura do ar.

Os espaços funcionam como laboratórios para diversos ensaios científicos, nos quais os estudantes podem investigar hipóteses e aplicar o método científico. Para tornar a experiência mais lúdica, o *status* dos sensores é apresentado com emojis, facilitando a interação dos alunos do Fundamental I com o sistema.

Atualmente, está em andamento o monitoramento contínuo da composteira, para garantir que as condições ambientais sejam favoráveis à manutenção do minhocário e ao processo de compostagem, bem como para avaliar os resíduos gerados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ausência de sistemas adequados de coleta e tratamento de resíduos em muitas comunidades ao redor do mundo representa um grave desafio ambiental e de saúde pública. A falta de saneamento básico contribui para a contaminação de lençóis freáticos e fontes de água potável, favorecendo a disseminação de agentes patogênicos que comprometem a saúde humana e afetam o equilíbrio dos ecossistemas. Os impactos gerados por essa poluição sobrecarregam os sistemas de saúde e intensificam a degradação ambiental.

Nesse contexto, o projeto propõe a conscientização da comunidade escolar sobre a importância da compostagem e da reciclagem de resíduos orgânicos como estratégias sustentáveis. A construção da composteira e da horta, aliada ao uso de tecnologias como o Arduino para o monitoramento de condições ambientais, proporciona aos alunos uma compreensão prática dos processos de decomposição, do ciclo dos nutrientes e de técnicas sustentáveis de cultivo, promovendo a aprendizagem interdisciplinar.

O projeto também atua diretamente sobre uma realidade local: o descarte inadequado de resíduos em áreas mais afastadas de São Roque, onde a coleta é insuficiente. A partir da divulgação e incentivo ao uso de alternativas como fossas assépticas e vermifiltros, busca-se minimizar a contaminação dos recursos hídricos subterrâneos, contribuindo para a preservação ambiental e a melhoria da saúde pública.

Além disso, a integração entre compostagem e horta escolar fecha o ciclo dos resíduos orgânicos gerados a partir dos alimentos não consumidos. Embora as ações de conscientização e combate ao desperdício já estejam em curso, resíduos ainda são inevitáveis dentro de limites aceitáveis. Esses resíduos, antes descartados, agora passam a ser completamente reaproveitados, fortalecendo a cultura de sustentabilidade no ambiente escolar.

4. CONCLUSÃO

O projeto STEAM de composteira com monitoramento e horta integrada com irrigação automática vai além do enriquecimento do currículo escolar: ele desperta nos estudantes a consciência ambiental e o protagonismo diante dos desafios do século XXI. Ao articular teoria e prática por meio de uma abordagem interdisciplinar e tecnológica, o projeto promove um aprendizado significativo, que forma sujeitos críticos, criativos e comprometidos com a transformação da realidade.

Mais do que uma experiência educativa, a iniciativa torna-se uma potente ferramenta de sensibilização para a importância da reciclagem de resíduos orgânicos e da adoção de práticas sustentáveis. Por meio do contato direto com o ciclo de decomposição e a ação das minhocas na produção de húmus, os alunos compreenderam o valor dos processos naturais para a regeneração do solo e para a saúde das plantas.

Essa vivência fortalece a formação de cidadãos conscientes, que entendem seu papel na preservação do meio ambiente e se sentem motivados a aplicar esse conhecimento dentro e fora da escola, contribuindo ativamente para um futuro mais equilibrado e sustentável.

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO; COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Municípios e saneamento**: São Roque. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/sp/sao-roque#:~:text=S%C3%83O%20ROQUE%20possui%2025%2C43,n%C3%A3o%20%C3%A9%20tratado%20nem%20coletado>. Acesso em: 30 jun. 2024.
- BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM em sala de aula**: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica. Porto Alegre: Penso, 2020.
- EMBRAPA CERRADOS. **Fossa séptica biodigestora**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/7413/fossa-septica-biodigestora>. Acesso em: 29 jun. 2024.
- MADRID, F. **Aplicação da vermifiltração no tratamento de esgoto sanitário**. 2016. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Saneamento e Ambiente) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.
- ROCHA, F. R. F. da; AMARO FILHO, J.; RIBEIRO, M. C. C.; MOTA, J. C. A. Alimentação de minhocas com diferentes substratos e efeitos nas características físico-químicas de húmus (*Eisenia foetida*). In: ANNUAL OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 49., 2003, Fortaleza. **Anais** [...]. Fortaleza: ISTH, 2003.



Integração da Realidade Aumentada no ensino de Biologia Celular:

estudo de organelas
celulares no Ensino Médio



Autores

Marcela Rodrigues¹; Daniele Ortiz Hoffmann Bonicio²; Luiz Felipe Carvalho³; André Santos Conte⁴; Arthur Vida Leal⁴; Caio Mazini Viana⁴; Carlos Eduardo Alexandrino⁴; Diego Santiago da Silva⁴; Gabriel Silveira Mariano de Souza⁴; Guilherme Ferreira Matias de Oliveira⁴; Igor Schanoski Pedro da Silva⁴; João Pedro Dala Dea Mello⁴; Leandro de Oliveira Sibim⁴; Pedro Henrique Moreira Redondo⁴; Renan Cadamuro Carrara⁴.

¹Professor de Biologia do Centro Educacional 144 – Ourinhos do SESI-SP.

²Analista Técnico Educacional da Supervisão de Tecnologias de Apoio à Aprendizagem do SESI-SP.

³Orientador de Educação Digital do Centro Educacional 144 – Ourinhos do SESI-SP.

⁴Estudantes do 2º ano do Ensino Médio do Centro Educacional 144 – Ourinhos do SESI-SP.

Resumo

A Realidade Aumentada (RA) é uma tecnologia emergente com potencial para transformar a educação, oferecendo experiências imersivas que vão além dos métodos tradicionais de ensino. No campo da biologia, a RA permite que os estudantes visualizem e interajam com estruturas biológicas complexas em três dimensões, promovendo uma compreensão mais profunda de processos vitais invisíveis a olho nu. Este estudo investiga a aplicação da RA no currículo de Biologia, com foco nas diferenças entre células procariontes e eucariontes. A justificativa para a escolha do tema reside na complexidade e na importância dessas estruturas celulares, fundamentais para a vida. O objetivo principal não é apenas distinguir claramente as duas categorias de células, mas também proporcionar uma experiência imersiva que facilite a compreensão do tema. A metodologia adotada envolveu um estudo de caso com alunos do 2º ano do Ensino Médio da escola Sesi de Ourinhos, SP. Os estudantes foram divididos em grupos e encarregados de criar produtos finais, como aplicativos de RA, utilizando ferramentas de modelagem 3D e *engines* de desenvolvimento de jogos. Os modelos tridimensionais das células foram desenvolvidos no software *Blender* e integrados ao *Unity*, sendo posteriormente vinculados a QR codes que, ao serem escaneados, exibem os modelos 3D em dispositivos móveis. Os resultados mostraram que a utilização da RA aumentou a compreensão dos conteúdos, a retenção do conhecimento e a capacidade dos alunos de diferenciar as organelas entre os dois tipos de células. Além disso, a interatividade e o aspecto visual do aplicativo elevaram o engajamento dos estudantes. A conclusão do estudo aponta que o aplicativo de RA é uma ferramenta pedagógica valiosa, com grande potencial para aprimorar o ensino de biologia. Ele oferece uma nova dimensão ao estudo da citologia, estimulando o interesse e a curiosidade dos estudantes, além de destacar a importância da inovação tecnológica na educação e sugerir direções para futuras pesquisas e práticas pedagógicas.

Palavras-chave: realidade aumentada; ensino de biologia; aplicativos interativos.

1. INTRODUÇÃO

A Realidade Aumentada (RA) surgiu como uma tecnologia revolucionária com o potencial de transformar a educação, oferecendo experiências imersivas e interativas que ultrapassam os limites da aprendizagem tradicional. No campo da biologia, ela pode ser impactante, pois permite aos estudantes visualizar e interagir com estruturas biológicas complexas em três dimensões, facilitando uma compreensão mais profunda dos processos vitais que são invisíveis a olho nu.

Este trabalho explora a integração da Realidade Aumentada no currículo de Biologia, destacando como essa tecnologia pode enriquecer o ensino e a aprendizagem, superar as limitações dos métodos convencionais, aumentar o engajamento dos alunos e proporcionar uma compreensão mais intuitiva dos conceitos biológicos.

De acordo com Tanajura (2017), a adoção de diversos recursos didáticos tem se tornado uma prática comum para substituir as aulas expositivas tradicionais. Essa abordagem visa oferecer diferentes estímulos aos alunos, facilitando a compreensão dos conceitos fundamentais das Ciências. A implementação de recursos visuais, interativos, lúdicos e digitais na educação tem contribuído significativamente para melhorar o entendimento e a clareza dos temas abordados.

A proposta foi investigar as diferenças fundamentais entre células procariontes e eucariontes, utilizando a tecnologia de RA para melhorar o aprendizado e a compreensão dos estudantes. A justificativa para a escolha do tema ocorreu devido à complexidade e à importância dessas estruturas celulares, que são essenciais para a vida como a conhecemos. Os objetivos incluem não apenas a distinção clara entre as duas categorias de células, mas também proporcionar uma experiência imersiva que facilite a compreensão do tema.

2. METODOLOGIA

Esse projeto foi desenvolvido através de um estudo de caso envolvendo a produção de aplicativos de Realidade Aumentada como produto de um trabalho sobre células no componente de Biologia com estudantes do 2º ano do Ensino Médio, do Centro Educacional 144, de Ourinhos, da Rede SESI-SP de Ensino.

O estudo foi conduzido por meio de uma abordagem prática e interativa no ensino de biologia, com foco nas células e suas organelas. Foram ministradas aulas teóricas sobre estrutura celular, utilizando o capítulo 2, intitulado “A fluidez da vida”, do material didático *Movimento do Aprender* da Rede Sesi-SP como forma de introduzir o assunto, que foi aprofundado posteriormente com o desenvolvimento dos trabalhos (SESI-SP, 2024).

Inicialmente, realizou-se a divisão dos estudantes em agrupamentos produtivos em que cada grupo foi encarregado de decidir qual recurso seria empregado para a apresentação de suas pesquisas, com o intuito de garantir a autonomia do estudante durante o processo.

Posteriormente, os grupos realizaram diversas pesquisas em livros e sites especializados para coletar informações detalhadas sobre células procariontes e eucariontes, bem como suas organelas, produzindo mapas mentais com o objetivo de fundamentar teoricamente as produções. Essa etapa foi fundamental para garantir que os estudantes adquirissem uma compreensão sólida do conteúdo que seria representado em suas produções, bem como aplicassem seus conhecimentos de forma criativa.

De acordo com o currículo da Rede Sesi-SP, a educação é vista como um processo que envolve ensino, aprendizagem e pesquisa, fundamentado em uma perspectiva sociointeracionista. Esse modelo entende que o conhecimento escolar é construído socialmente através do diálogo contínuo entre professores e alunos, o que sustenta os princípios teórico-metodológicos do currículo (SESI-SP, 2023, p. 7).

Com base nas informações coletadas, os grupos iniciaram a criação do produto final, sendo desenvolvidos: jogos didáticos que foram projetados para oferecer uma experiência interativa, maquetes que proporcionaram uma representação tridimensional das estruturas celulares, criação de aplicativos de Realidade Aumentada para visualizar as organelas em um ambiente virtual imersivo e os modelos de impressão 3D para permitir a manipulação física dos componentes celulares.

Tendo como foco os grupos que desenvolveram como produto os aplicativos de Realidade Aumentada, os estudantes que realizaram a proposta iniciaram a fase de produção do aplicativo, utilizando ferramentas de modelagem 3D e *engines* de desenvolvimento de jogos (mecanismos que processam gráficos e lógica) para criar modelos tridimensionais interativos das células. Esse processo começou com

os estudantes pesquisando representações bidimensionais de células na internet. Posteriormente, essas representações foram recriadas em 3D utilizando o *software Blender* (<https://www.blender.org/>), que possibilita modelar, texturizar, animar e renderizar objetos e cenários com alto nível de realismo, oferecendo uma plataforma completa para a criação de projetos gráficos, animações e até produções cinematográficas. O arquivo resultante foi então importado para o *Unity* (<https://unity.com/pt>), um *software* de criação de jogos. No *Unity*, foi necessário adicionar o *Vuforia*, uma extensão gratuita para o desenvolvimento de projetos de RA. Dentro do *Unity*, os alunos vincularam QR codes aos modelos 3D, de forma que, quando é escaneado pela câmera do celular, o modelo 3D correspondente é exibido na tela. Finalmente, o projeto foi exportado para um arquivo em formato .SDK e instalado no celular. Todo esse processo contou com o auxílio do Orientador de Educação Digital da unidade escolar, que, explorando os recursos do Laboratório de Mídias e Tecnologias, auxiliou na produção do trabalho desde a sua idealização até o produto final.

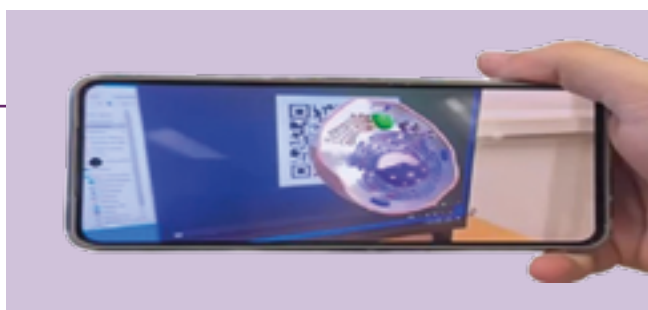
O resultado desenvolvido pelos estudantes foi um aplicativo educacional de RA que visualiza as complexidades das células procarionte e eucarionte animal de forma clara e interativa, e também serve como um exemplo prático do poder da aprendizagem baseada em projetos e da integração da tecnologia no currículo escolar. A metodologia empregada demonstrou ser eficaz na promoção de habilidades de pesquisa, colaboração e pensamento crítico entre os estudantes, ao mesmo tempo que proporcionou uma experiência de aprendizado enriquecedora e memorável.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

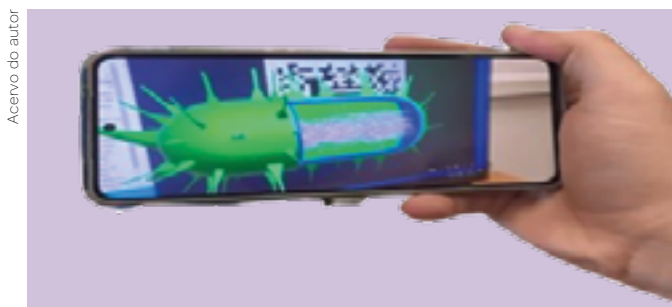
Em ambientes educacionais, os estudantes frequentemente percebem as disciplinas científicas (ciências exatas e naturais) como mais desafiadoras, o que pode dificultar o processo de aprendizagem. A Realidade Aumentada tem o potencial de alterar essa percepção, sobretudo no ensino de Biologia. Esta disciplina é frequentemente vista como contendo conteúdos complexos e pouco atrativos, com termos difíceis de assimilar. Mesmo quando os tópicos são relacionados ao cotidiano dos alunos, pode haver uma falta de interesse pela matéria (Almeida; Carvalho; Guimarães, 2016).

Os resultados obtidos foram bastante significativos, pois foi possível perceber uma maior compreensão dos conteúdos durante as atividades propostas sobre o tema, maior retenção de conhecimento e uma melhor capacidade de diferenciar as organelas entre os dois tipos de células, conforme pode ser observado nas **Figuras 1 e 2**. Além disso, a interatividade e o aspecto visual do aplicativo aumentaram o engajamento dos alunos com o conteúdo do material didático.

Figura 1: Realidade Aumentada da Célula Eucarionte Animal vista a partir da câmera de um celular apontado para um QR Code.



Acervo do autor



Acervo do autor

Figura 2: Realidade Aumentada da Célula Procarionte - Bactéria vista a partir da câmera de um celular apontado para um QR Code.

4. CONCLUSÃO

As conclusões do estudo indicam que o aplicativo de RA é uma ferramenta pedagógica valiosa, com grande potencial para melhorar o ensino de biologia, bem como de outras áreas. A experiência dos alunos com o aplicativo sugere que a RA pode ser eficaz ao currículo tradicional, oferecendo uma nova dimensão ao estudo da biologia celular e estimulando o interesse e a curiosidade dos estudantes pelo assunto. O trabalho destaca a importância da inovação tecnológica na educação e abre caminho para futuras pesquisas sobre a aplicação da RA no ambiente de aprendizagem.

Referências

- ALMEIDA, I. de; CARVALHO, L. J.; GUIMARÃES, C. R. P. **Recursos midiáticos no Ensino de Ciências e Biologia. Scientia Plena**, [s. l.], v. 12, n. 11, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2016.11277>. Acesso em: 1 jun. 2024.
- BLENDER FOUNDATION. **Blender**. Disponível em: <https://www.blender.org/>. Acesso em: 1 jun. 2024.
- OLIVEIRA, L. A. F. de *et al.* Tecnologia emergente: uma revisão sistemática no ensino de biologia sobre o uso da Realidade Aumentada. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 546–552, 2024. DOI: 10.17921/2447-8733.2023v24n4p546-552. Acesso em: 1 jun. 2024.
- SESI-SP. **Orientações didáticas do Movimento do aprender**. Biologia: 2º ano do Ensino Médio. 2.ed. – São Paulo: Editora SESI-SP, 2023. 256 p.
- SESI-SP. **O currículo do SESI-SP**: ensino fundamental e novo ensino médio. São Paulo: Editora SESI-SP, 2023. 392 p.
- TANAJURA, V. S. **Dificuldades no ensino em biologia celular na escola de educação média**: considerações e apontamentos a partir de depoimentos de professores(as). 2017. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2017.
- UNITY TECHNOLOGIES. **Unity**. Disponível em: <https://unity.com/pt>. Acesso em: 1 jun. 2024.



Interdisciplinaridade, Inclusão e Gamificação:

Jogo da Memória em Libras

Autores

Cassiane Gomes Pereira Falqueiro¹; Emilio Scalise Neto²; Fabio Augusto Santos Rosa³; Pedro Henrique Gaspar Dos Reis⁴; Israel Garcia de Queiroz⁵; Ana Beatriz Pimentel Inacio⁶; Benício Antônio Almeida Barnabé⁶; Enzo Komatsu Meneguelli⁶; Isabella Carriel Vieira⁶.

¹Professora de Educação Básica I do Centro Educacional 358 – Bauru do Sesi-SP.

²Professor de Programação e Robótica do Centro Educacional 358 – Bauru do Sesi-SP.

³Orientador de Educação Digital do Centro Educacional 358 – Bauru do Sesi-SP.

⁴Professor de Educação Personalizada para Surdos do Centro Educacional 358 – Bauru do Sesi-SP.

⁵Analista Técnico Educacional da Supervisão de Tecnologias de Apoio à Aprendizagem do Sesi-SP.

⁶Estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental do Centro Educacional 358 – Bauru do Sesi-SP.

Resumo

Este trabalho descreve o projeto interdisciplinar desenvolvido pelos educadores e educandos do 1º e 5º anos do Ensino Fundamental Anos Iniciais do Centro Educacional 358, de Bauru, da Rede Sesi-SP de ensino. O objetivo é apresentar a elaboração e a aplicação do jogo “ZooLibras: Memória Animal” e promover a inclusão de estudantes com diferentes habilidades e origens. A proposta é utilizar o jogo para fomentar a interdisciplinaridade entre Língua Brasileira de Sinais (Libras), Língua Portuguesa, Ciências da Natureza, Práticas Filosóficas e Programação, dentro do contexto do currículo STEAM da Rede Sesi-SP de Ensino. A metodologia é composta por uma abordagem qualitativa. O desenvolvimento do projeto foi significativo, pois os estudantes se empenharam no desenvolvimento das atividades propostas e, como resultado, foi desenvolvido um quebra-cabeça virtual em Libras na plataforma de programação on-line *Scratch*. A criação do jogo didático foi importante para integrar os campos de conhecimento de maneira interdisciplinar, inclusiva e lúdica.

Palavras-chave: interdisciplinaridade; educação inclusiva; tecnologia educacional; jogo didático.

1. INTRODUÇÃO

No primeiro semestre de 2024, foi desenvolvido um projeto interdisciplinar no Centro Educacional 358 da Rede Sesi-SP de Ensino, na cidade de Bauru, envolvendo estudantes dos 1º e 5º anos do Ensino Fundamental I. A proposta teve como foco a criação de um jogo da memória em Língua Brasileira de Sinais (Libras), com o objetivo de relacionar diferentes animais aos respectivos sinais que os representam, promovendo inclusão e ampliação do repertório linguístico e científico dos alunos.

O projeto teve como tema gerador o conteúdo “Cada animal tem seu jeito de ser”, do componente curricular de Ciências da Natureza, e contou com a articulação de diversas disciplinas, entre elas Língua Portuguesa, Práticas Filosóficas e Programação e Robótica. Em Língua Portuguesa, os estudantes exploraram a estrutura das palavras e a importância da Libras como meio de comunicação essencial para a comunidade surda, destacando-se que cada país possui a própria língua de sinais, representativa de seus aspectos culturais (Fernandes, 2011, p. 82).

Nas aulas de Ciências da Natureza, os alunos investigaram as características dos animais, seus habitats e a distinção entre espécies domésticas e silvestres, além das interações com o meio ambiente. O componente de Práticas Filosóficas possibilitou momentos de reflexão ética em rodas de conversa, abordando questões como a preservação da biodiversidade, o respeito aos seres vivos e os impactos da ação humana na extinção de espécies.

Por fim, o componente de Programação e Robótica contribuiu com a aplicação prática dos conhecimentos, por meio da introdução ao software *Scratch* e à linguagem de programação em blocos. Com isso, os estudantes puderam transformar suas aprendizagens em um produto digital relevante, reforçando a proposta interdisciplinar e o uso de tecnologias educacionais como ferramentas de construção do conhecimento.

A utilização de um tema gerador associado ao trabalho articulado entre diferentes componentes curriculares conferiu ao projeto um caráter interdisciplinar. Essa abordagem possibilitou a integração de saberes, respeitando a especificidade de cada disciplina, mas promovendo uma compreensão mais ampla e contextualizada dos conteúdos. Conforme aponta o Ministério da Educação:

[...] a interdisciplinaridade não dilui as disciplinas, ao contrário, mantém sua individualidade. Mas integra as disciplinas a partir da compreensão das múltiplas causas ou fatores que intervêm sobre a realidade e trabalha todas as linguagens necessárias para a constituição de conhecimentos, comunicação e negociação de significados e registro sistemático dos resultados (Brasil, 2002, p. 89).

Nesse contexto, a interdisciplinaridade favoreceu a construção de conhecimentos de forma integrada e o desenvolvimento da reflexão crítica, ampliando as possibilidades de aprendizagem a partir de múltiplas perspectivas. O projeto foi desenvolvido em uma turma que conta com um estudante com deficiência auditiva, o que evidenciou a importância de práticas pedagógicas inclusivas. Assim, buscou-se garantir o acesso a recursos adequados, alinhando o processo educativo aos princípios da equidade e da acessibilidade.

Destaca-se a relevância do uso de tecnologias assistivas no ambiente escolar. Zuliani (2015) define as tecnologias assistivas como uma área de caráter interdisciplinar que abrange produtos, recursos, metodologias, estratégias e serviços voltados à promoção da autonomia e da funcionalidade de pessoas com deficiência, assegurando sua plena participação nas atividades educacionais. Complementarmente, Paulon (2005, p. 21) defende o desenvolvimento de uma pedagogia centrada nas relações com a criança, capaz de atender às necessidades de todos os estudantes, considerando suas diferenças individuais.

As práticas pedagógicas implementadas incentivaram os educandos a associar palavras, conceitos e símbolos visuais, promovendo a compreensão e a memorização de conteúdos de maneira contextualizada. A produção de um jogo da memória em Libras, articulado aos demais componentes curriculares, fortaleceu a diversidade linguística e contribuiu para o respeito às diferentes formas de aprendizagem. Além disso, o envolvimento dos estudantes na criação do jogo, com apoio das pesquisas desenvolvidas no Laboratório de Mídias e Tecnologia, fomentou o protagonismo estudantil, ampliando a consciência sobre inclusão e o papel da escola na promoção de uma educação verdadeiramente democrática e transformadora.

2. METODOLOGIA

Esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa, entendida como “[...] um conjunto de metodologias envolvendo, eventualmente, diversas referências epistemológicas” (Severino, 2016, p. 125). No campo educacional, tal abordagem é especialmente pertinente por permitir uma análise aprofundada das experiências de aprendizagem, das interações em sala de aula e das percepções dos estudantes. O estudo foi conduzido no Centro Educacional 358 – Bauru do Sesi-SP, com estudantes do 1º ano do Ensino Fundamental – Anos Iniciais, tendo como tema gerador o conteúdo “Cada animal tem o seu jeito de ser”, pertencente ao componente curricular de Ciências da Natureza, conforme o material didático da rede de ensino.

Para o desenvolvimento do projeto, utilizou-se uma sequência didática, compreendida como “[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (Zabala, 1998, p. 19). As aulas foram planejadas com foco nos diferentes animais e seus respectivos habitats, integrando o uso de recursos tecnológicos para a identificação de suas características específicas. Ao longo da sequência, os estudantes foram estimulados a observar e discutir as diferenças físicas dos animais e os ambientes em que vivem, promovendo uma aprendizagem contextualizada e significativa.

Com a finalidade de encorajar a reflexão crítica nos educandos, houve o compartilhamento de observações individuais, que foram expostas durante as aulas de Práticas Filosóficas, promovendo a participação dos educandos acerca da relação do ser humano com os animais, considerando os aspectos éticos. Após o compartilhamento das observações, foi solicitado que os estudantes fizessem uma lista de palavras utilizando o alfabeto móvel. O objetivo da atividade foi estimular o desenvolvimento da habilidade de escrita e a correção ortográfica das palavras. Posteriormente, os estudantes tiveram que listar os nomes dos animais, termos que descrevessem suas características e o ambiente em que vivem.

A avaliação do projeto foi pautada nos princípios da avaliação formativa e contínua, conforme proposto por Zabala (1998), que destaca a importância de um ambiente de respeito mútuo e cooperação como condição essencial para o desenvolvimento integral dos estudantes:

Conseguir um clima de respeito mútuo, de colaboração, de compromisso com um objetivo comum é condição indispensável para que a atuação docente possa se adequar às necessidades de uma formação que leve em conta as possibilidades reais de cada menino e menina e o desenvolvimento de todas as capacidades. A observação da atuação dos alunos em situações o menos artificiais possível, com um clima de cooperação e cumplicidade, é a melhor maneira, para não dizer a única, de que dispomos para realizar uma avaliação que pretenda ser formativa (Zabala, 1998, p. 210).

Nesse sentido, foram observados aspectos como comportamento, companheirismo, dedicação e respeito entre os pares. Além disso, as atividades avaliativas incluíram práticas diversificadas, como representações pictóricas e técnicas de recorte e colagem, permitindo aos estudantes expressarem suas aprendizagens de forma significativa e compatível com suas diferentes formas de compreender o conteúdo.

No âmbito do componente curricular de Programação e Robótica do 5º ano, os alunos exploraram o conceito de laços de repetição por meio de atividades investigativas, nas quais realizaram pesquisas e relataram as informações obtidas. Na sequência, o(a) docente responsável apresentou o ambiente de programação *Scratch*, orientando os estudantes quanto ao seu funcionamento e propondo a criação de um quebra-cabeça digital em Libras, inspirado em um jogo físico previamente desenvolvido nas aulas com os alunos do 1º ano.

Conforme destaca Vygotsky (1991), as interações sociais desempenham um papel fundamental no desenvolvimento cognitivo, permitindo que aprendizes mais experientes contribuam para o avanço daqueles com menor domínio. Nesse contexto, ao colaborarem na construção do jogo digital em Libras, os alunos do 5º ano não apenas ampliaram suas competências técnicas e pedagógicas, mas também assumiram o papel de mediadores no processo de aprendizagem dos colegas mais novos. Essa vivência fortaleceu habilidades socioemocionais, como empatia e respeito à diversidade, contribuindo para a consolidação de um ambiente escolar mais inclusivo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento deste projeto foi expressivo, pois os educandos demonstraram engajamento durante todo o processo: aulas, desenvolvimento da pesquisa e na elaboração do quebra-cabeça. Houve comprometimento dos educadores em articular os conteúdos de maneira interdisciplinar, para que o projeto tivesse êxito, conforme destaca Fazenda (2011):

A parceria seria, por assim dizer, a possibilidade de consolidação da intersubjetividade – a possibilidade de que um pensar venha a se complementar no outro. A produção em parceria, quando revestida de rigor, da autenticidade e do compromisso amplia a possibilidade de execução de um projeto interdisciplinar. Ela consolida, alimenta e enaltece as boas produções na área da educação (Fazenda, 2011, p. 85).

Por meio das rodas de conversa, os educandos levantaram questionamentos sobre a maneira como os animais são tratados e correlacionaram o tema com as dinâmicas do dia a dia, o que é importante para uma aprendizagem significativa:

Atividades e situações que nos permitam realizar observação sistemática de cada um dos alunos. Conhecer até que ponto sabem dialogar, debater, trabalhar em equipe, fazer uma pesquisa, utilizar um instrumento, se orientar no espaço etc., só é possível quando os alunos realizam atividades que implicam dialogar, debater, fazer uma pesquisa etc. (Zabala, 1998, p. 207).

Com a introdução da linguagem de programação, os estudantes puderam compreender de maneira tangível como os aplicativos e os *softwares* são desenvolvidos, com o intuito de fomentar o pensamento lógico e encontrar mecanismos para solucionar problemas (**Figura 1**).



Acervo do autor

Figura 1: Alunos do 5º ano do Ensino Fundamental I na aula de Programação e Robótica, atuando no desenvolvimento da versão digital do projeto.

Para início da prática, os estudantes foram divididos em grupos e desafiados a criar um quebra-cabeça em Libras, em que cada peça era composta por um animal e o seu respectivo sinal (**Figura 2**).



Acervo do autor

Figura 2: “ZooLibras: Memória Animal” em formato físico.

Como culminância do projeto, foi desenvolvido o “ZooLibras: Memória Animal” em formato digital, utilizando a plataforma de programação on-line *Scratch* (<https://scratch.mit.edu/>) conforme mostra a **Figura 3**:



Figura 3: Captura de tela do “ZooLibras: Memória Animal” da plataforma *Scratch*.

Vale pontuar que a turma de 1º ano do Ensino Fundamental I, onde o projeto foi desenvolvido, é composta por um estudante que apresenta deficiência auditiva e que não era alfabetizado em Libras. Dessa maneira, as estratégias de ensino foram adaptadas para propiciar a todos acessibilidade e compreensão do conteúdo.

4. CONCLUSÃO

O projeto, fundamentado em uma abordagem metodológica qualitativa, possibilitou uma compreensão mais aprofundada das relações entre as características morfológicas dos animais e os ambientes em que vivem. A adaptação das estratégias de ensino, aliada a uma perspectiva interdisciplinar, contribuiu para a promo-

ção de uma aprendizagem significativa e inclusiva. Nesse contexto, a criação do “ZooLibras: Memória Animal”, nas versões física e digital, favoreceu a construção de um ambiente educativo dinâmico e acessível a todos os estudantes.

A utilização da plataforma *Scratch* no desenvolvimento do jogo digital proporcionou uma experiência interativa e motivadora, facilitando a assimilação dos conteúdos por meio de uma interface amigável e recursos visuais atrativos. O suporte individualizado e os elementos visuais em Libras mostraram-se ferramentas pedagógicas eficientes, ampliando o engajamento dos educandos e promovendo uma vivência de aprendizagem rica, colaborativa e sensível à diversidade.

Referências

- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.
- FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: História, Teoria e Pesquisa**. 5. ed. Campinas: Papirus, 2011.
- FERNANDES, S. **Educação de surdos**. 2. ed. atual. Curitiba: IBPEX, 2011.
- PAULON, S. M. **Documento subsidiário da política de inclusão**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2005. 48 p.
- SCRATCH. **Scratch – Imagine, Program, Share**. Cambridge: MIT Media Lab, 2007. Disponível em: <https://scratch.mit.edu/>. Acesso em: 4 jun. 2024.
- SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2018.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.
- ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- ZULIANI, M. L. S. **Tecnologias assistivas na educação inclusiva**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.



Matemática e Cultura *Maker*:

construção de catapulta
para aprender Função
Polinomial de 2º grau



Autores

Thiago Mauricio Pacífico¹; Alexandre Bueno de Oliveira²; Mirian Carolina Ribeiro³; Amanda Proença Matos⁴; Ana Clara Zilião Marcello⁴; Mateu Aurélio Fernandes Filho⁴; Murilo Derencio Cardoso⁴; Murilo Henrique de Barros Penha⁴; Tiago Henrique de Sousa⁴.

¹Professor de Matemática do Centro Educacional 407 – São Carlos do Sesi-SP.

²Analista Técnico Educacional da Supervisão de Tecnologias de Apoio à Aprendizagem do Sesi-SP.

³Orientadora Educacional Digital do Centro Educacional 407 – São Carlos do Sesi-SP.

⁴Estudantes do 3º ano do Ensino Médio do Centro Educacional 407 – São Carlos do Sesi-SP.

Resumo

Este trabalho descreve o desenvolvimento de um projeto da disciplina de Matemática, que teve como objetivo a construção de um dispositivo para lançamento de objetos (catapulta) e a modelagem matemática de sua trajetória. A ideia é atribuir significado ao estudo dos elementos da função polinomial do 2º grau, a partir da modelagem da trajetória parabólica decorrente do lançamento oblíquo. Essa abordagem prática, “mão na massa”, seguiu pressupostos da Cultura *Maker* e da abordagem STEAM, consideradas essenciais para consolidar o aprendizado teórico em Matemática, permitindo que os alunos percebam a aplicação concreta dos conceitos estudados e desenvolvam competências relacionadas ao campo da Ciência, com a promoção de atividades de investigação e compreensão de fenômenos; da Tecnologia, com a utilização de equipamentos e sistemas para resolver problemas e tarefas; da Engenharia, com a aplicação de princípios científicos e matemáticos para construir e otimizar processos; e da Arte, promovendo a expressão criativa, a inovação e a capacidade de pensar “fora da caixa”. Após a retomada de alguns conceitos sobre função do 2º grau e o estudo de elementos da cinemática do lançamento oblíquo, o projeto foi apresentado aos alunos do 3º ano do Ensino Médio. Em grupo, os alunos desenvolveram um protótipo com o uso de *softwares* e o construíram com os recursos do **Espaço Maker** (impressora 3D e máquina de corte a *laser*). Em seguida, realizaram testes de lançamento para obtenção do tempo de voo e modelaram a trajetória do objeto utilizando o ângulo de lançamento. Os resultados obtidos, além do aprendizado em Matemática, incluem a construção bem-sucedida de um dispositivo funcional e a capacidade de modelar e prever a trajetória do objeto com precisão. Diante disso, concluiu-se que a integração entre teoria e prática não só reforça o aprendizado, mas também desenvolve habilidades de resolução de problemas e permite ajustar teorias matemáticas a situações reais, demonstrando a relevância da Matemática em contextos aplicados.

Palavras-chave: função do 2º grau; cultura *maker*; ensino de matemática.

1. INTRODUÇÃO

O ensino de funções polinomiais do 2º grau e lançamentos oblíquos no Ensino Médio apresenta diversas dificuldades que impactam a aprendizagem dos alunos. A abstração necessária para compreender conceitos como as raízes da função quadrática e a aplicação de fórmulas em problemas práticos muitas vezes se torna um obstáculo, resultando em desinteresse e falta de motivação (Proença *et al.*, 2022). A utilização de metodologias ativas, como a resolução de problemas e a modelagem matemática, tem mostrado potencial para melhorar o envolvimento dos alunos e facilitar a compreensão dos conteúdos, promovendo um ambiente de aprendizado mais colaborativo e participativo (Grande; Vazquez, 2014).

Diante desse cenário, foi proposta uma atividade inspirada em um exercício do livro didático *Movimento do Aprender* do 3º ano do Ensino Médio, da Rede SESI-SP de Ensino, que ilustra a utilização de um contexto histórico para explorar conceitos matemáticos. A proposta envolve a construção e a análise de um dispositivo automático de lançamento de objetos, desafiando os alunos a aplicar conceitos de funções polinomiais do 2º grau e lançamentos oblíquos de forma prática. Essa abordagem permite que os estudantes atribuam significado aos conceitos desenvolvidos, ao mesmo tempo que desenvolvem habilidades práticas e solucionam problemas reais, assim como propõe a abordagem STEAM.

Estudos demonstram que a implementação dessa abordagem pode levar a um aumento no engajamento dos estudantes e a um aprimoramento nas habilidades socioemocionais, além de promover a interdisciplinaridade, que é essencial para a formação de cidadãos mais bem preparados para os desafios do século XXI. A pesquisa dos autores Ferraz e Kalhil (2022) destaca que a Educação STEAM pode ser uma estratégia eficaz para superar as dificuldades tradicionais do ensino de Matemática, ao conectar teoria e prática de maneira inovadora e envolvente. Além disso, a análise de práticas pedagógicas envolvendo STEAM indica que essa abordagem contribui significativamente para a melhoria do desempenho dos alunos em Matemática, ao integrar conhecimentos de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Artes, criando um ambiente de aprendizado mais dinâmico e colaborativo (Ferraz; Kalhil, 2022).

O objetivo da atividade é, portanto, construir um protótipo funcional e modelar a trajetória do projétil, proporcionando uma experiência prática que complementa e reforça o aprendizado teórico, como sugerido pela *Cultura Maker*, que enfatiza o “faça você mesmo” e complementa a abordagem STEAM. Essa sinergia permite que os alunos desenvolvam habilidades essenciais para o século XXI, como pensamento crítico, trabalho em equipe e inovação, ao mesmo tempo em que aplicam conhecimentos teóricos em situações práticas (Bacich; Holanda, 2020). Um aspecto que consideramos bastante relevante no desenvolvimento da atividade é o alinhamento com os encaminhamentos didáticos do componente de Matemática, pois o ponto de partida na construção do conceito é uma situação-problema e, a partir dela, levantam-se hipóteses, fazem-se conjecturas, modelam-se fenômenos, validam-se resultados e, por fim, organiza-se (institucionaliza-se) o objeto matemático desenvolvido para tratar o problema.

2. METODOLOGIA

Os encaminhamentos didáticos do componente de Matemática do SESI-SP, ao conceberem o conhecimento matemático como uma linguagem, sugerem a metodologia da “Resolução de Problemas”, fundamentada na Teoria das Situações Didáticas de Brousseau (SESI-SP, 2022). Em síntese, a construção de um conceito específico parte de uma situação-problema; a partir dela, levantam-se hipóteses, fazem-se conjecturas, modelam-se fenômenos, validam-se resultados e, por fim, sistematiza-se o objeto matemático elaborado para a resolução do problema.

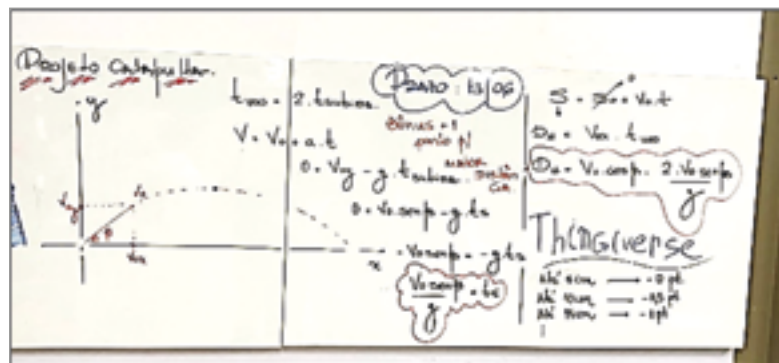
O projeto foi desenvolvido em seis momentos:

MOMENTO 1 • Compreensão do contexto e da necessidade do projeto

- Discussão em grupo sobre catapultas: sua história, funcionamento e aplicações;
- Pesquisa sobre diferentes *designs* e seus mecanismos;
- Levantamento de usos contemporâneos das catapultas em áreas como militar, entretenimento e educação.

MOMENTO 2 • Definição do problema e dos objetivos

- Estabelecimento dos critérios de sucesso (alcance, precisão e facilidade de construção);
- Determinação dos parâmetros do projeto (dimensões, materiais permitidos e restrições dos equipamentos disponíveis);
- Delimitação dos objetivos matemáticos, como a modelagem da trajetória do projétil por meio de equações de movimento (**Figura 1**).



Acervo do autor

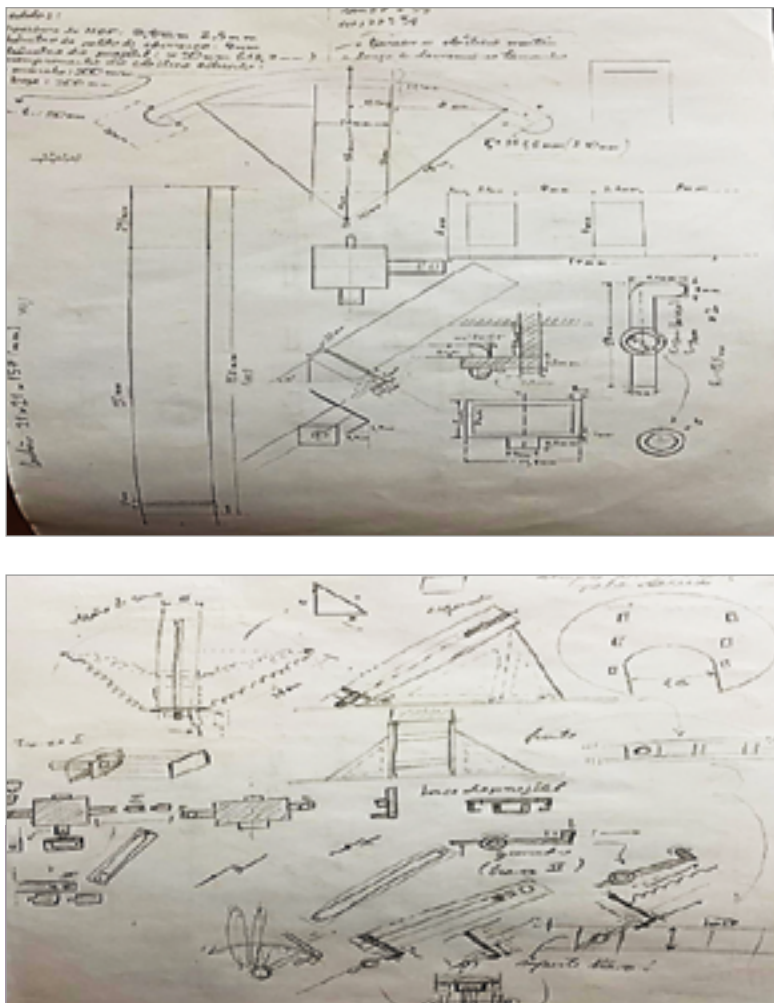


Figura 1: Estudos e rascunho dos protótipos realizados pelos estudantes.

MOMENTO 3 • Geração de ideias para o design da catapulta

- *Brainstorming* de soluções criativas, sem julgamentos iniciais;
- Produção de esboços e desenhos preliminares (**Figura 2**);

- Seleção dos projetos mais promissores para desenvolvimento com os recursos do **Espaço Maker**.



Acervo do autor

Figura 2: Projetos dos modelos criados pelos estudantes.

MOMENTO 4 • Construção e testes dos protótipos

- Utilização de *softwares* de modelagem 3D para detalhamento dos projetos (**Figura 3**);
- Impressão dos protótipos com impressora 3D ou máquina de corte a *laser*;
- Montagem e ajustes das catapultas para assegurar pleno funcionamento (**Figura 4**);

- Realização de testes de lançamento e registro de dados (distância, altura, precisão, tempo de voo, ângulo de lançamento).

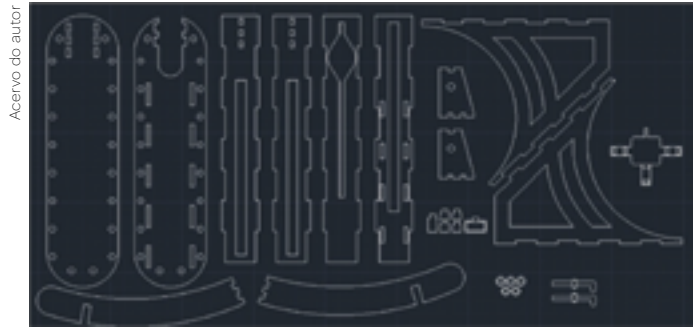
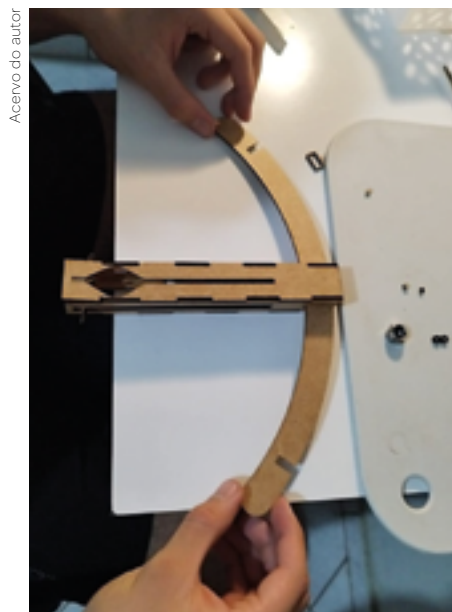


Figura 3: Criação dos modelos na corte a *laser* feitos pelos estudantes.

Figura 4:

Montagem dos protótipos criados pelos estudantes.



MOMENTO 5 • Modelagem matemática da trajetória

- Aplicação de equações do movimento parabólico (função do 2º grau);
- Utilização de ferramentas como PHET Colorado (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/projectile-motion) ou Excel para simulação e comparação com os dados obtidos;
- Ajuste do modelo matemático para maior precisão e validação dos resultados.

MOMENTO 6 • Refinamento do projeto e apresentação final

- Ajustes finais nos protótipos com base nos testes;
- Elaboração da apresentação final, incluindo processo de *design*, testes, modelagem matemática e aprendizados;
- Apresentação dos resultados para a turma, professores e, se possível, outros membros da comunidade escolar.

Para o desenvolvimento do projeto, foram utilizados os seguintes recursos: *softwares* de modelagem 3D (TinkerCAD e/ou AutoCAD); impressora 3D e máquina de corte a *laser* disponíveis no **Espaço Maker** da unidade escolar; ferramentas digitais de Matemática (calculadoras, Excel, GeoGebra, PHET Colorado); material didático *Movimento do Aprender: Matemática*, utilizado no estudo do movimento parabólico e da função do 2º grau; além de uma ficha de avaliação do projeto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma vez alinhada aos encaminhamentos didáticos da área de Matemática e à concepção de ensino da Rede SESI-SP de Ensino, a atividade permitiu observar que, ao aplicarem os conceitos, os alunos desenvolveram uma compreensão mais aprofundada das características das funções do 2º grau, como o formato da parábola, vértice, raízes e eixo de simetria. Também aprimoraram habilidades de *design* ao utilizarem *softwares* de modelagem 3D para criar suas catapultas (**Figura 5**).



Figura 5: Protótipo final criado pelos estudantes.

Além disso, aprenderam a coletar e tratar dados com o objetivo de ajustar os modelos matemáticos e validar as previsões teóricas. Um exemplo que evidencia esse processo ocorreu com um dos grupos, que, durante os testes de lançamento, percebeu que a distância horizontal não correspondia ao tempo de voo esperado. Após revisarem os cálculos, concluíram que a catapulta havia sofrido uma deformação ao longo dos lançamentos, o que comprometeu o ângulo inicial de 45° . Para confirmar a hipótese, o grupo utilizou relações trigonométricas e régua para estimar o novo ângulo, superando a limitação de não dispor de um transferidor.

Observou-se também o desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe, já que projetar, construir, testar e ajustar as catapultas exigiu comunicação, cooperação e divisão de tarefas entre os integrantes.

4. CONCLUSÃO

A abordagem STEAM e a Cultura *Maker* são fundamentais no ensino da Matemática, pois transformam a relação dos alunos com os conceitos matemáticos por meio de uma aprendizagem ativa e prática. Essa metodologia estimula a criatividade e a colaboração, permitindo que os estudantes construam protótipos e resolvam problemas reais, facilitando a compreensão de teorias complexas. A integração de ferramentas e tecnologias torna o processo mais dinâmico, ampliando o interesse e o desempenho dos alunos, além de desenvolver competências socioemocionais essenciais para sua formação integral (Reis; Brandão; Santos, 2024).

Assim, o desenvolvimento e a construção *maker* da catapulta, aliados à modelagem matemática da trajetória do projétil, proporcionaram uma experiência de aprendizado rica e multifacetada. Os alunos não apenas aprenderam conteúdos matemáticos relevantes, mas também desenvolveram habilidades práticas, analíticas e colaborativas. A reflexão sobre os resultados, bem como a discussão dos desafios enfrentados e das soluções encontradas, contribuiu para consolidar o conhecimento adquirido e evidenciar a importância da integração entre as disciplinas no processo de ensino-aprendizagem.

Referências

- BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM em sala de aula**: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica. Porto Alegre: Penso Editora, 2020.
- FERRAZ, D. S.; KALHIL, J. D. B. O ensino da matemática e a importância da utilização do STEAM / Teaching mathematics and the importance of using STEAM. **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 8, n. 6, p. 46245 -46262, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n6-239>. Acesso em: 6 jun. 2024.
- GRANDE, A. L.; VAZQUEZ, V. R. Resolução de problemas de otimização com o auxílio do software GeoGebra. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 34, 2014.
- PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. **Projectile Motion**, University of Colorado Boulder [20-?]. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/projectile-motion. Acesso em: 6 jun. 2024.
- PROENÇA, M. C. de *et al.* Dificuldades de alunos na resolução de problemas: análise a partir de propostas de ensino em dissertações. **Bolema**: Boletim de Educação Matemática, [s. l.], p. 262–285, 2022.
- REIS, J. dos; BRANDÃO, J. C.; SANTOS, M. J. C. dos. A Cultura Maker no contexto da modelagem matemática: uma revisão sistemática da literatura. **Ensino da Matemática em Debate**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 65–88, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.23925/2358-4122.2024v11i62286>. Acesso em: 6 jun. 2024.
- SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA. SESI-SP. **Referencial curricular do Sistema SESI-SP de Ensino**: ensino médio. São Paulo: SESI-SP Editora, 2022.
- SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA. SESI-SP. **Matemática**. Ensino médio: 3º ano. 2. ed. São Paulo: SESI-SP Editora, 2024.



Senhor DNA:

O jogo de criar
as proteínas



Autores

Caio César Viana¹; Celso Guilherme Tonin²; Yan Xavier de Souza³; Cristian Oliveira de Sousa Junior⁴; Isabelly Rozatti⁴; Julia Ribeiro Fehr⁴; Eduarda Santana Lima⁴; Isaac Daniel Oliveira Santos Finotti de Barros⁴; Bruno Belo Couto⁴.

¹Professor de Biologia do Centro Educacional 426 – Diadema do Sesi-SP.

²Analista Técnico Educacional da Supervisão de Tecnologias de Apoio à Aprendizagem do Sesi-SP.

³Técnico de Laboratório Didático do Centro Educacional 426 – Diadema do Sesi-SP.

⁴Estudantes do 3º ano do Ensino Médio do Centro Educacional 426 – Diadema do Sesi-SP.

Resumo

O processo de síntese de proteínas no ensino de biologia é crucial para entender o funcionamento do metabolismo e a vida celular, mas é frequentemente complexo e abstrato para os alunos devido à decodificação das bases hidrogenadas envolvidas. Para tornar esse conceito mais acessível, foi desenvolvido um jogo educacional que simula o processo de síntese de proteínas utilizando conceitos de decodificação, produção STEAM e gamificação. O jogo envolve a divisão dos alunos em grupos, cada um assumindo um papel específico no processo de síntese proteica. Os alunos devem decodificar o código genético utilizando uma fita de RNA mensageiro e aplicando regras específicas de substituição de bases. A partir da decodificação, os grupos identificam os aminoácidos que formam a proteína e organizam a sequência correta para a síntese. A metodologia do jogo inclui a separação dos alunos em equipes de quatro integrantes, a escrita do código genético pelo professor e a decodificação feita pelo aluno. A comparação das bases decodificadas com a tabela de bases, a identificação dos aminoácidos, a formação da proteína e a identificação do tipo de proteína que está sendo sintetizada é feita através da gamificação. Os resultados mostram que os alunos do 3º ano do Ensino Médio do Centro Educacional 426, de Diadema, da Rede Sesi-SP de Ensino, tiveram um aumento significativo no entendimento da síntese de proteínas e na aplicação de conceitos de decodificação no componente curricular de Biologia. O jogo também incentivou o interesse dos alunos na criação de projetos e no uso de *softwares*, contribuindo para uma compreensão mais prática e envolvente. A gamificação, como demonstrado, pode transformar a educação ao aumentar o engajamento e facilitar o aprendizado de conteúdos complexos, reforçando a importância das metodologias STEAM.

Palavras-chave: síntese proteica; gamificação; STEAM; ensino de biologia.

1. INTRODUÇÃO

Entender a síntese de proteínas feitas por nossas células é de suma importância para entendermos o que se passa no interior de nosso corpo e como nosso metabolismo, e por consequência nossa vida, funciona. Porém, compreender esse processo é muitas vezes abstrato, por se tratar de uma decodificação das bases hidrogenadas; um processo invisível a olho nu. Esse assunto está diretamente relacionado ao estudo do DNA feito pelos cientistas James Watson e Francis Crick a partir de 1953.

Diante desse cenário, os alunos do Ensino Médio apresentam uma dificuldade de entender esses conceitos no componente curricular de Biologia, principalmente o processo de formação da cadeia proteica, que envolve a decodificação das bases hidrogenadas para a montagem das proteínas e a identificação de qual proteína será formada e de qual tipo (Silva, 2023).

Essa decodificação feita dentro das nossas células é muito similar ao processo de codificação e decodificação de uma criptografia computacional, trabalhando também o conceito de cifra de César e criptografias, como explorado pelo autor David Kahn (1996).

Com o objetivo de tornar o aprendizado desse tema mais palpável e de fácil compreensão, os estudantes desenvolveram o jogo didático chamado “Senhor DNA: O jogo de criar as proteínas” para entender o processo de decodificação. Para isso, os alunos trabalharam em equipe com o intuito de pensar e atuar como um ribossomo; organela da nossa célula que produz as proteínas, realizando todo o processo de síntese proteica. Através da gamificação, há uma competição durante a aplicação do jogo e a equipe que mais gerar proteínas e identificá-las de forma correta é vencedora do jogo.

A gamificação no ensino da biologia transforma o aprendizado em uma experiência mais envolvente e interativa, aumentando o engajamento dos alunos por meio de desafios, recompensas e a resolução de problemas. Ao simular processos biológicos complexos, como a síntese de proteínas e a genética, ela facilita a compreensão e promove a aprendizagem ativa, incentivando a colaboração e o pensamento crítico. Além disso, o *feedback* imediato e a motivação intrínseca estimulam o aprendizado autônomo, tornando a biologia mais acessível e interessante para os estudantes (Gomes; Friedrich, 2001).

2. METODOLOGIA

Para a confecção do jogo didático, os estudantes contaram com o apoio do Técnico de Laboratório Didático do **Fab Lab** Escola do Centro Educacional 426, de Diadema, da Rede SESI-SP de Ensino, para a utilização da ferramenta digital *InkScape* (<https://inkscape.org/pt-br/>) para desenhar e vetorizar os componentes do jogo. Posteriormente, usaram a cortadora a *laser* para segmentar as placas de acrílico que formam os componentes, colando-os com supercola. Esse processo é essencial para que obtenham conhecimentos de ferramentas e maquinário que agregam o currículo para o futuro.

Acervo do autor



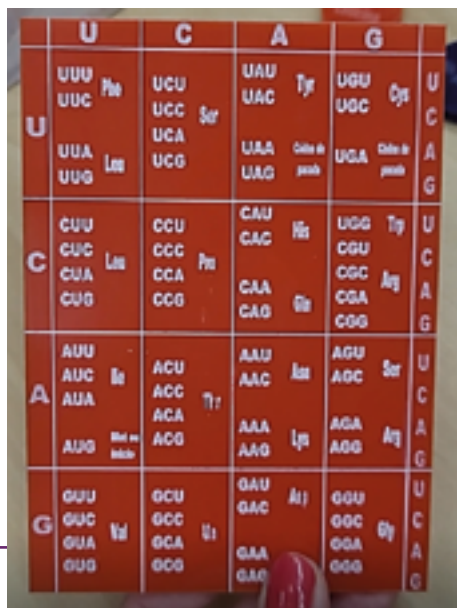
Após a produção técnica do jogo, a partida começa com a separação de equipes de quatro alunos, cada um com seu papel definido representando processos feitos pelo ribossomo. Então, o professor, enquanto mediador do processo, escreverá na fita de RNA mensageiro (régua de acrílico laranja) (**Figura 1**) o código genético que deverá ser decodificado pela equipe.

Figura 1: Fita de RNA mensageiro (mRNA) do jogo “Senhor DNA”.

O aluno responsável por representar o RNA transportador (tRNA) fará a leitura dos códons da fita de RNA mensageiro (mRNA), utilizando o anticódon correspondente, e trará os aminoácidos adequados, como ocorre nas células durante a síntese de proteínas (**Figura 2**). A fita de mRNA é formada a partir da fita molde do DNA, seguindo a regra de pareamento das bases nitrogenadas:

- Adenina (A) do DNA → Uracila (U) no RNA
- Timina (T) do DNA → Adenina (A) no RNA
- Citosina (C) do DNA → Guanina (G) no RNA
- Guanina (G) do DNA → Citosina (C) no RNA

Após essa etapa de transcrição, o aluno do tRNA vai escrever o anticódon correspondente nas peças de tRNA e entregá-las ao responsável pela tabela de códons (**Figura 3**). Este, por sua vez, identificará quais aminoácidos correspondem a cada códon do mRNA (SESI-SP, 2024).



	U	C	A	G
U	UUU Phe UUC Phe UUA Leu UUG Leu	UCU Ser UCC Ser UCA Ser UCG Ser	UAU Tyr UAC Tyr UAA Cód. de parada UAG Cód. de parada	UGU Cys UGC Cys UGA Cód. de parada UGG Cys
C	CUU Leu CUC Leu CUA Leu CUG Leu	CCU Pro CCC Pro CCA Pro CCG Pro	CAU His CAC His CAA Gln CAG Gln	UGG Tyr CGU Arg CGC Arg CGA Arg CGG Arg
A	AUU Ile AUC Ile AUA Ile AUG Met no início	ACU Thr ACC Thr ACA Thr ACG Thr	AAU Asn AAC Asn AAA Lys AAG Lys	AGU Ser AGC Ser AGA Arg AGG Arg
G	GUU Val GUC Val GUA Val GUG Val	GCU Ala GCC Ala GCA Ala GCG Ala	GAU Asp GAC Asp GAA Glu GAG Glu	GGU Gly GGC Gly GGA Gly GGG Gly

Figura 2: Tabela de códons do jogo “Senhor DNA”.

O aluno responsável pelos aminoácidos vai então procurá-los e organizá-los na sequência correta, formando a cadeia polipeptídica (**Figuras 3 e 4**). O grupo que identificar corretamente e mais rapidamente a proteína e seu tipo será o vencedor da atividade.



Figura 3: RNA ribossômico (RNAr) representado pelo jogo “Senhor DNA”.



Figura 4: Simulação do processo de síntese de proteínas sugerido pelo jogo a partir da fita de RNA mensageiro (régua laranja) e RNA transportador (régua verde).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As turmas do 3º ano do Ensino Médio que participaram da confecção e aplicação do jogo demonstraram elevado engajamento e indicaram avanços significativos na compreensão dos processos de síntese proteica e na decodificação de códigos e cifras.

De acordo com o professor de Biologia responsável pela orientação e mediação da atividade, os estudantes apresentaram melhora no desempenho em conteúdos de Biologia e Química. Isso se deve, em parte, ao fato de que os conceitos relacionados à decodificação de informações, trabalhados no jogo, também são aplicáveis à Química Orgânica, especialmente na construção e na interpretação de estruturas moleculares.

Outro aspecto relevante foi apontado pelo Técnico de Laboratório Didático da unidade escolar, que observou o interesse dos alunos pelos processos envolvidos na criação do jogo. Destacou-se, nesse sentido, a apropriação de conhecimentos relacionados a *softwares* de modelagem, ao *design* de peças e ao uso de ferramentas digitais para operação do maquinário de corte a *laser* disponível no **Fab Lab** Escola. Esse profissional, inclusive, está atualmente colaborando no desenvolvimento de um novo jogo didático, desta vez em parceria com o componente Química, com foco na aprendizagem dos conteúdos de Química Orgânica.

Essa experiência evidencia uma vivência pedagógica integrada e interdisciplinar, alinhada à proposta de formação integral promovida pela Rede SESI-SP de Ensino.

4. CONCLUSÃO

Em síntese, a gamificação na educação revela-se uma estratégia com elevado potencial para transformar o processo de ensino-aprendizagem. A incorporação de elementos característicos dos jogos, como desafios, recompensas e níveis de progressão, demonstrou impacto positivo no engajamento e na aprendizagem dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio do Centro Educacional 426, de Diadema, da Rede SESI-SP de Ensino. A experiência com o jogo didático “Senhor DNA: O jogo de criar as proteínas” favoreceu a motivação intrínseca e contribuiu para a assimilação de conteúdos complexos de forma lúdica, interativa e significativa.

Além disso, ao proporcionar um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e responsivo às necessidades dos alunos, a gamificação se alinha aos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), promovendo práticas pedagógicas mais inclusivas e adaptadas a diferentes estilos cognitivos.

Paralelamente, o envolvimento dos estudantes nas etapas de concepção, projeto, fabricação e montagem do jogo permitiu o desenvolvimento de competências técnicas e criativas, com potencial de aplicação ao longo de suas trajetórias acadêmicas e profissionais. Essa abordagem reforça o valor das metodologias STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), conforme defendido por Georgette Yakman (2010), que destaca que a aprendizagem significativa ocorre quando os alunos participam ativamente da construção do conhecimento, em oposição à mera recepção passiva dos conteúdos.

Referências

- CRICK, F. H. C. On protein synthesis. **Symposium of the Society for Experimental Biology**, [s. l.], v. 12, p. 138-163, 1963.
- GOMES, R. R.; FRIEDRICH, M. A contribuição dos jogos didáticos na aprendizagem de conteúdos de Ciências e Biologia. *In*: ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA (EREBIO), 1., 2001, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: EREBIO, 2001. p. 389-392.
- KAHN, David. **The codebreakers**: the comprehensive history of secret communication from ancient times to the internet. New York: Scribner, 1996.
- MAEDA, J. **The laws of simplicity**. Cambridge: MIT Press, 2006.
- MCGONIGAL, J. **Reality is broken**: why games make us better and how they can change the world. New York: Penguin Press, 2011.
- SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA. SESI. **Biologia**. Ensino médio: 3º ano. 2. ed. São Paulo: SESI-SP Editora, 2024. 196 p. il. color. (Orientações didáticas do Movimento do Aprender). ISBN 978-65-5938-259-0.
- SILVA, M. A. O ensino de síntese proteica sob uma perspectiva inovadora. **Revista Brasileira de Ensino de Biologia**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 45-60, jul. 2023. Disponível em: <https://www.abrapec.com/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1638-1.PDF>. Acesso em: 2 jun. 2024.
- SINGH, Simon. **The code book**: the science of secrecy from ancient Egypt to quantum cryptography. New York: Doubleday, 1999.
- YAKMAN, Georgette. **What is the point of STEAM? A brief overview**. [S. l.: s. n.], 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327449281_What_is_the_point_of_STEAM-A_Brief_Overview. Acesso em: 2 jun. 2024.



**Sorrisos
abrem portas**



Autores

Fabiola Camargo Mariano Rodrigues¹; Kayque Godinho Duarte²; Filipe Escalise³; Lucas Daniel de Oliveira de Andrade⁴; Davi Lucca Monteiro da Silva⁵; Fernando Sgorlon Favier⁵; Miguel Nunes de Barros⁶; Felipe Del Homo⁶; Beatriz Coelho Martins⁶; Matheus Spesia⁶.

¹Orientadora de Educação Digital do Centro Educacional 024 – Tatuí do SESI-SP.

²Orientador de Educação Digital do Centro Educacional 024 – Tatuí do SESI-SP.

³Analista Técnico Educacional da Supervisão de Tecnologias de Apoio à Aprendizagem do SESI-SP.

⁴Estudante do 2º ano do Ensino Médio do Centro Educacional 024 – Tatuí do SESI-SP.

⁵Estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental II do Centro Educacional 024 – Tatuí do SESI-SP.

⁶Estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental II do Centro Educacional 024 – Tatuí do SESI-SP.

Resumo

Com o isolamento social imposto pela pandemia de covid-19, uma grande parte da população se viu em uma situação de reclusão e, como resultado, deixou de sorrir. Essa mudança impactou negativamente a saúde mental de muitos, levando a um aumento expressivo nos índices de depressão e ansiedade, especialmente entre jovens e adolescentes. Diante dessa realidade preocupante, o projeto denominado “Sorrisos abrem portas” busca promover uma forma inovadora de solucionar esse panorama desafiador, que também afeta os alunos do Centro Educacional 024, de Tatuí, da Rede SESI-SP de Ensino. Dessa forma, um grupo de estudantes idealizou e está atualmente desenvolvendo um dispositivo automatizado que ficará acoplado a uma porta da unidade escolar. Esse dispositivo é projetado para liberar a entrada de pessoas por meio do reconhecimento facial de um sorriso, abrindo a fechadura da porta e possibilitando a passagem ao local desejado. Sabendo que os sorrisos são responsáveis por liberar diversas substâncias químicas no cérebro que ajudam a diminuir os índices de depressão e outras doenças correlacionadas, o projeto tem como objetivo principal buscar um ambiente escolar com mais empatia, alegria e felicidade, promovendo assim um espaço mais acolhedor para todos.

Palavras-chave: reconhecimento facial; visão computacional; projeto socioemocional; STEAM.

1. INTRODUÇÃO

Em 11 de março de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou oficialmente que o mundo enfrentava uma pandemia global provocada pelo vírus Sars-CoV-2, agente causador da covid-19. Diante desse cenário alarmante e sem precedentes, uma das medidas mais significativas adotadas para conter a disseminação do vírus foi a suspensão das aulas presenciais em escolas e universidades, resultando no fechamento temporário das instituições de ensino em diversos países. A partir de abril de 2020, com a paralisação das atividades educacionais presenciais, emergiu a necessidade de adaptação a uma nova modalidade de ensino: a educação remota. As instituições precisaram se reorganizar rapidamente, desenvolvendo estratégias pedagógicas e tecnológicas para garantir a continuidade do calendário escolar, recorrendo ao ensino remoto como alternativa viável (Figueiredo *et al.*, 2021).

Os estudantes, por sua vez, enfrentaram o desafio de se adaptar a uma rotina imposta de forma abrupta, muitas vezes sem o suporte adequado para essa transição. Essa realidade acarretou dificuldades de adaptação e possíveis impactos negativos sobre o bem-estar emocional e psicológico dos alunos. Os efeitos adversos da pandemia sobre a saúde, o bem-estar e o processo de aprendizagem tornaram-se evidentes e amplamente reconhecidos (Ornell *et al.*, 2020).

A interrupção das aulas presenciais, aliada à rápida, inesperada e prolongada adoção do ensino remoto, impactou significativamente a capacidade de aprendizagem de crianças e adolescentes. Além disso, gerou consequências emocionais, psicológicas e físicas relevantes, que não podem ser negligenciadas. Esses efeitos demonstram que as repercussões da pandemia da covid-19 tendem a se estender para além do período emergencial, afetando não apenas os estudantes, mas a sociedade como um todo, com possíveis desdobramentos duradouros (Brito *et al.*, 2024).

A partir da problemática emergente no contexto educacional pós-pandemia, os estudantes do Centro Educacional 024 da cidade de Tatuí (SP), que faz parte da Rede Sesi-SP, idealizaram e desenvolveram o projeto intitulado “Sorrisos abrem portas”. O principal objetivo desse projeto é incentivar a criação de um ambiente escolar e de trabalho que promova mais alegria, empatia e bem-estar emocional entre todos os envolvidos por meio da tecnologia, considerando os desafios que a pandemia trouxe para a saúde mental de alunos e profissionais da educação.

O rosto é uma das características mais distintivas de cada pessoa, refletindo sua identidade e individualidade. Como a parte mais visível e expressiva do corpo humano, a face está em constante movimento, reagindo a estímulos internos e externos. Esses movimentos musculares são frequentemente associados a estados emocionais, transmitindo uma rica gama de informações sobre as emoções e as intenções do indivíduo. A palavra “emoção”, que deriva do latim *emovere* (mover), indica como as emoções provocam mudanças na expressão facial. Essas variações na musculatura da face geram comportamentos que sinalizam as motivações atuais e futuras de uma pessoa (Silva Mesquita, 2011).

O conceito de expressão facial está ligado à manifestação momentânea de emoções específicas, resultando em alterações visíveis no rosto. O estudo científico sobre a expressão facial das emoções ganhou destaque no século XIX, especialmente com Charles Darwin, que publicou *The expression of emotions in man and animals* em 1872. Para Darwin, qualquer alteração corporal visível provocada por emoções é considerada uma expressão. Ele argumentou que a expressão emocional não só é vital para a vida social das espécies que vivem em grupo, mas também evoluiu como um meio de comunicar comportamentos futuros prováveis. Assim, a maior parte do sistema de comunicação humana parece estar orientada para facilitar o comportamento social (Darwin, 1872).

Segundo Darwin, há uma significativa uniformidade nas expressões faciais de diferentes estados emocionais entre os seres humanos, e certas expressões são comuns tanto a pessoas quanto a alguns animais. Seus estudos pioneiros indicaram que as emoções se manifestam de forma universal, sendo semelhantes entre raças e culturas (Darwin, 1872). O sorriso, por exemplo, surge de processos físicos compartilhados, o que o torna universal, ultrapassando barreiras de língua e cultura (Silva Mesquita, 2011). Segundo Rochelle, citado por Freitas-Magalhães, “[...] o sorriso é uma expressão de alegria em todas as raças humanas e em todos os tempos” (2009, p. 26).

Na escola, afetos, emoções e sentimentos sempre estão presentes, mesmo que se tente ocultar, e fazem parte da vivência da instituição e de seus integrantes. Os sentimentos não permanecem fora ao se chegar à escola: eles acompanham cada indivíduo e novos são criados e desenvolvidos no ambiente escolar (Silva, 2018).

Diante desse cenário, o projeto “Sorrisos abrem portas” se dedica a investigar e abordar aspectos socioemocionais e a temática da saúde mental, contribuindo de maneira significativa tanto para os estudantes quanto para os educadores e

demais profissionais da escola. Essa abordagem integrada visa o desenvolvimento acadêmico e o fortalecimento das relações interpessoais e do suporte emocional dentro da comunidade escolar.

Utilizando tecnologia avançada e programação em *Python*, a criação do dispositivo automático de reconhecimento facial foi realizada com base na abordagem *Maker*, que incentiva a aprendizagem prática e colaborativa. Essa construção não apenas incorpora os aspectos técnicos e educacionais, mas também enfatiza o impacto socioemocional que o projeto pode ter na vida dos usuários. O dispositivo será composto por uma *webcam* e uma placa controladora Arduino, que estará conectada a uma fechadura automática de uma porta da unidade escolar. Ao detectar um sorriso por meio do reconhecimento facial, a fechadura eletrônica será liberada com a ajuda de um servo motor, demonstrando que os sorrisos têm o poder de abrir portas físicas e portas emocionais no cérebro humano.

Os sorrisos são conhecidos por desencadear a liberação de neurotransmissores como dopamina, endorfina e serotonina, substâncias que desempenham um papel crucial na melhoria do humor e na redução do estresse. Essa liberação química gera uma sensação de bem-estar e pode até mesmo contribuir para a diminuição da dor física, conforme evidenciado por estudos anteriores (Valdez, 2017). Além disso, o simples ato de sorrir, mesmo que inicialmente forçado, pode ativar um ciclo positivo no cérebro, promovendo sentimentos genuínos de felicidade ao longo do tempo. Um estudo conduzido por Coles e colaboradores (2022), publicado na revista científica *Nature Human Behavior*, envolveu 3.878 participantes de 19 países e revelou que tanto aqueles que imitavam sorrisos em fotografias quanto aqueles que os forçavam por conta própria experimentaram um aumento em seus níveis de felicidade (Coles *et al.*, 2022).

2. METODOLOGIA

Para definir claramente nosso objetivo, inicialmente foi realizado um *brainstorming* colaborativo, em que todos os participantes puderam contribuir com suas ideias e percepções. O foco desse exercício foi identificar possíveis problemas que impactam a unidade escolar de maneira significativa. Após uma análise

cuidadosa de toda a problemática observada no contexto pós-pandemia, decidiu-se concentrar os esforços na área socioemocional. Essa escolha foi motivada pela observação atenta dos estudantes, que relataram a presença de colegas e amigos enfrentando dificuldades como depressão e outros transtornos psicológicos, os quais afetam diretamente a saúde mental dos jovens.

Diante dessa realidade preocupante, a equipe buscou explorar possíveis soluções que pudessem mitigar esses problemas. Uma das ideias que emergiu desse processo foi a criação de um dispositivo inovador de reconhecimento de sorrisos. Este dispositivo visa não apenas promover um ambiente mais positivo, mas também incentivar interações sociais saudáveis entre os alunos.

Para o desenvolvimento desse sistema, utilizou-se uma aplicação que integra o software *Pictoblox* (<https://pictoblox.ai/>), que é uma plataforma de programação visual, com a tecnologia de *Machine Learning* de Visão Computacional, especificamente a ferramenta *Teachable Machine* (<https://teachablemachine.withgoogle.com/>). Essa combinação permite que o dispositivo reconheça sorrisos de forma eficaz, utilizando algoritmos de aprendizado de máquina que foram treinados para identificar expressões faciais (**Figura 1**). O uso dessas tecnologias facilita a implementação do projeto e proporciona uma experiência educativa rica, em que os alunos podem aprender sobre programação e inteligência artificial enquanto trabalham em uma solução prática para um problema real.



Figura 1: Teste do reconhecimento facial com aplicativo Pictoblox.

Assim, o projeto não apenas aborda questões de saúde mental, mas também promove o aprendizado em áreas tecnológicas, contribuindo para o desenvolvimento integral dos estudantes e para a criação de um ambiente escolar mais acolhedor e empático.

A arquitetura do sistema atualmente envolve os seguintes componentes:

- 1 Notebook com tela *touchscreen*:** Captura imagens faciais com câmera nativa.
- 2 Integração EV3 Mindstorms com Pictoblocks** que aciona o mecanismo de abertura da porta.
- 3 Algoritmos de reconhecimento facial:** Executados pelo computador com capacidade de processamento, esses algoritmos identificam sorrisos nas imagens capturadas.
- 4 FrontEnd:** Criação de telas com *feedbacks* após o sorriso identificado, aguardando que a porta seja fechada com um toque na tela.

Estudos mostram que algoritmos avançados, como redes neurais convolucionais (CNNs), são eficazes na detecção de expressões faciais. Após a criação do sistema, o dispositivo será acoplado a uma porta da escola que não tenha um fluxo alto de passagem e não seja rota de fuga em caso de incêndios ou outros tipos de acidentes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto intitulado “Sorrisos Abrem Portas” encontra-se atualmente na fase conceitual de seu desenvolvimento. No entanto, análises teóricas detalhadas e simulações iniciais já foram realizadas com o intuito de avaliar a viabilidade do sistema proposto, além de identificar potenciais desafios e vantagens que podem surgir ao longo de sua implementação. Apesar das diversas vantagens que o projeto pode oferecer, a criação do sistema enfrenta uma série de limitações e desafios que precisam ser abordados de maneira eficaz para garantir seu sucesso e funcionalidade.

Um dos principais desafios identificados refere-se à precisão do reconhecimento facial. A eficácia dos algoritmos de reconhecimento pode ser comprometida por variáveis externas, como condições de iluminação inadequadas e ângulos de câmera desfavoráveis. Para assegurar que o sistema funcione de forma consistente e confiável em diferentes condições ambientais, é essencial realizar ajustes e refinamentos contínuos nos algoritmos de detecção facial, garantindo assim uma performance consistente em diversas situações.

Além disso, as preocupações relacionadas à privacidade constituem outro desafio significativo que não pode ser negligenciado. A coleta e o armazenamento de dados faciais levantam questões importantes sobre a privacidade dos usuários, que precisam ser cuidadosamente abordadas. É crucial implementar medidas rigorosas de proteção de dados para garantir a conformidade com as regulamentações de privacidade vigentes, como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), e proteger os direitos dos usuários. Isso inclui a comunicação transparente sobre como os dados são coletados, armazenados e utilizados, bem como a implementação de mecanismos de segurança robustos para evitar vazamentos de informações e acessos não autorizados.

Apesar dos desafios que precisam ser superados, o sistema “Sorrisos Abrem Portas” apresenta diversas vantagens, especialmente no contexto socioemocional e nas áreas de Educação STEAM. Além de seu impacto positivo na saúde mental e no bem-estar emocional dos usuários, um dos principais benefícios é a segurança aumentada proporcionada pelo uso do reconhecimento facial para autenticação. Essa abordagem reduz bastante a possibilidade de acesso não autorizado, oferecendo uma camada adicional de proteção em comparação com métodos tradicionais, como chaves físicas ou cartões de acesso.

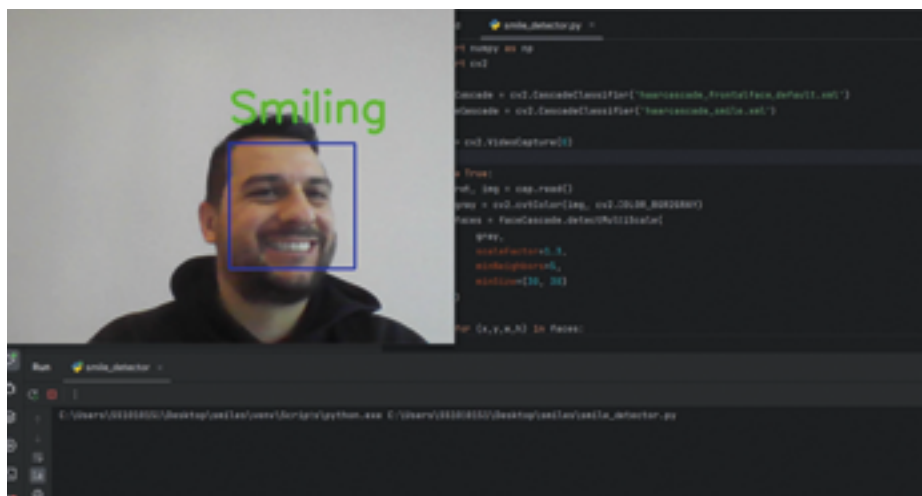
No âmbito da Educação STEAM, o projeto promove a inovação e a criatividade, incentivando o aprendizado e a aplicação de conceitos fundamentais de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. O envolvimento de estudantes e desenvolvedores no processo de desenvolvimento do sistema permite a aplicação prática de seus conhecimentos, contribuindo para a solução de problemas reais e estimulando a curiosidade e o pensamento crítico entre os alunos.

Para as próximas etapas do projeto, serão realizadas simulações e testes na unidade escolar com o objetivo de avaliar a precisão e a robustez do sistema em diferentes condições de iluminação e ângulos de câmera. Esses testes são fun-

damentais para refinar os algoritmos e ajustar o *hardware* conforme necessário, garantindo que o sistema funcione de maneira eficiente e confiável em uma variedade de situações.

Coletar *feedback* de potenciais usuários, que inclui a comunidade escolar, é outro passo importante nesse processo. Compreender as percepções e as preocupações dos usuários ajudará a calibrar o sistema, assegurando que ele atenda às necessidades e às expectativas dos usuários finais. Isso envolve abordar questões de usabilidade, conveniência e aceitação, garantindo que o sistema seja bem recebido e utilizado de forma eficaz por todos os envolvidos.

Por fim, para o aprimoramento do protótipo, buscou-se integrar a tecnologia Arduino em conjunto com a programação em *Python* (**Figura 2**), com o objetivo de utilizar o reconhecimento facial para detectar sorrisos e permitir o acesso a áreas específicas da unidade escolar, propiciando um ambiente mais seguro e acolhedor para todos os alunos e profissionais da educação.



Acervo do autor

Figura 2: Utilizando a tecnologia Arduino em conjunto com programação em *Python* para aprimorar o protótipo.

Para aprimorar o projeto “Sorrisos Abrem Portas”, propõe-se a utilização de uma *webcam* de alta resolução, que será fundamental para a captura de imagens faciais com maior clareza e precisão. A escolha de uma câmera de alta definição permitirá que o sistema reconheça detalhes sutis nas expressões faciais, aumentando a eficácia do reconhecimento de sorrisos. Essa qualidade de imagem é fun-

damental, sobretudo em ambientes com iluminação variável, onde a nitidez das imagens pode influenciar diretamente a performance dos algoritmos de reconhecimento facial.

Além disso, o projeto incorporará um microcontrolador Arduino, que desempenhará um papel vital na gestão dos sinais de entrada provenientes da câmera. O Arduino será responsável por processar os dados recebidos da *webcam* e acionar o mecanismo de abertura da porta. Essa integração entre a câmera e o Arduino garantirá uma comunicação eficiente, permitindo que o sistema reaja rapidamente ao reconhecimento de um sorriso.

Para o reconhecimento facial, usaremos algoritmos desenvolvidos em *Python*, utilizando a biblioteca *OpenCV*, que é amplamente reconhecida por suas capacidades robustas em processamento de imagens e visão computacional. Esses algoritmos serão executados em um *Raspberry Pi 5*, que possui capacidade de processamento suficiente para lidar com as demandas computacionais necessárias para a identificação de sorrisos nas imagens capturadas. O *Raspberry Pi 5*, com seu poder de processamento aprimorado, permitirá que os algoritmos funcionem de maneira fluida e eficiente, mesmo em tempo real.

O sistema de controle de acesso será integrado ao Arduino, de modo que, ao detectar um sorriso genuíno, o sistema acione a abertura da porta. Essa funcionalidade não apenas proporcionará um acesso físico, mas também criará uma experiência interativa e positiva para os usuários, reforçando a ideia de que sorrisos podem abrir portas, tanto literal quanto figurativamente.

Para garantir a eficácia do sistema, será necessário realizar testes rigorosos em diferentes condições de iluminação e ângulos de câmera. Esses testes ajudarão a calibrar os algoritmos de reconhecimento facial, ajustando-os para maximizar a precisão e a confiabilidade. Além disso, a coleta de *feedback* dos usuários será essencial para entender como o sistema pode ser aprimorado ainda mais, garantindo que atenda às expectativas e às necessidades da comunidade escolar.

Em suma, a combinação de uma *webcam* de alta resolução, um microcontrolador Arduino, algoritmos de reconhecimento facial em *Python* com *OpenCV* e um *Raspberry Pi 5* formarão a base desse sistema inovador e eficaz. Esse sistema facilitará o acesso às instalações escolares e possibilitará um ambiente mais acolhedor e positivo, onde a saúde mental e o bem-estar dos alunos são priorizados.

4. CONCLUSÃO

Embora o sistema “Sorrisos Abrem Portas” ainda esteja na fase de implantação e pesquisa, as análises teóricas realizadas até o momento indicam que ele possui um potencial significativo para se tornar uma solução inovadora tanto para o controle de acesso quanto para o aumento do bem-estar dos estudantes e profissionais da unidade escolar. A proposta não apenas visa facilitar o acesso físico às instalações, mas também busca criar um ambiente mais acolhedor e positivo, onde a saúde mental e a empatia são priorizadas.

Do ponto de vista técnico, a utilização do microcontrolador Arduino em conjunto com a programação em *Python* oferece uma plataforma flexível e robusta para o desenvolvimento do sistema. Essa combinação permite que os estudantes se familiarizem com conceitos fundamentais de programação e eletrônica, proporcionando uma vivência prática que é essencial para sua formação integral. Essa experiência prepara os estudantes para os desafios tecnológicos do futuro, além de capacitá-los a se tornarem solucionadores de problemas criativos e inovadores em suas futuras carreiras.

Entretanto, é importante reconhecer que o projeto enfrenta alguns desafios técnicos e preocupações relacionadas à privacidade que devem ser abordados com cautela. A coleta e o armazenamento de dados faciais, por exemplo, levantam questões éticas que precisam ser cuidadosamente consideradas. Para garantir o sucesso do projeto, já estão sendo pesquisadas soluções que visam superar esses obstáculos, como a implementação de medidas rigorosas de proteção de dados e a comunicação transparente com os usuários sobre como suas informações serão utilizadas.

A ênfase na abordagem STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) é um aspecto fundamental do projeto, pois promove a inovação, a criatividade e o aprendizado contínuo. Essa abordagem contribui para o desenvolvimento de soluções tecnológicas avançadas e assegura que essas soluções sejam socialmente benéficas. Ao envolver os estudantes em todas as etapas do processo, desde a concepção até a implementação, o projeto “Sorrisos Abrem Portas” (**Figura 3**) não só atende a uma necessidade prática, mas também fomenta um ambiente educacional que valoriza a colaboração e o pensamento crítico.

Figura 4: Autores do projeto com o protótipo inicial.

Em suma, o projeto representa uma oportunidade valiosa para transformar a experiência escolar, promovendo um ambiente mais seguro e emocionalmente saudável. À medida que avançamos nas próximas etapas de desenvolvimento e implementação, a colaboração contínua entre estudantes, educadores e especialistas em tecnologia será crucial para garantir que o sistema atenda às expectativas e às necessidades da comunidade escolar, criando um legado positivo que perdurará por muitos anos.



Acervo do autor

Referências

- BRITO, V. F. de; BRAGA, D. S.; ONOFRE, E. G.; TAVARES, L. B. O ensino remoto e pandemia: saúde mental e vivências subjetivas dos adolescentes. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, Boa Vista, v. 17, n. 50, p. 464–487, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10719985>.
- COLES, N. A.; MARCH, D. S.; MARMOLEJO-RAMOS, F. *et al.* A multi-lab test of the facial feedback hypothesis by the Many Smiles Collaboration. **Nature Human Behaviour**, [s. l.], v. 6, p. 1731–1742, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41562-022-01458-9>.
- COSTA, P. Reconhecimento facial. In: ALMEIDA, C. (org.). **Tecnologias de segurança**. Rio de Janeiro: Exemplo, 2019. p. 123-145.
- DARWIN, C. **The expression of the emotions in man and animals**. London: John Murray, 1872.

- FERNANDES, M. Controle de acesso por reconhecimento facial com Python e Arduino. **Dev Ideias**, 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=5c0evIJEtno>. Acesso em: 9 ago. 2024.
- FIGUEIREDO, C. S. *et al.* COVID-19 pandemic impact on children and adolescents' mental health: biological, environmental, and social factors. **Progress in Neuropsychopharmacology and Biological Psychiatry**, [s. l.], v. 106, 2021.
- FREITAS-MAGALHÃES, A. **A psicologia do sorriso humano**. 2ª. ed. Porto: Edições. Universidade Fernando Pessoa, 2009..
- OLIVEIRA, A. **Sistema de reconhecimento facial para segurança**. 2022. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.
- ORNELL, F. *et al.* "Pandemic fear" and COVID-19: mental health burden and strategies. **Brazilian Journal of Psychiatry**, [s. l.], v. 42, n. 3, p. 232-235, maio 2020.
- PEREIRA, M. Reconhecimento facial em sistemas de segurança. **Revista de Tecnologia**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 45-58, abr. 2021.
- SILVA, A. S. Sentimentos de pertencimento e identidade no ambiente escolar. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, [s. l.], v. 8, n. 16, p. 130-141, 2018.
- SILVA, J. **Introdução à programação**. 2. ed. São Paulo: Exemplo, 2020.
- SILVA MESQUITA, M. da. **O sorriso humano**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2011.
- VALDEZ, M. O benefício do sorriso na comunicação. **Comunicação com líderes e empregados**: v. 3. São Paulo: Cásper Líbero, 2017. Disponível em: <https://static.casperlibero.edu.br/uploads/2017/09/8-O-benefi%CC%81cio-do-sorriso-na-comunicac%CC%A7a%CC%83o.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2024.



STEAM e Cultura *Maker*:

Robôs autômatos
e construção de um
comedouro animal



Autores

Natan Daniel Marques Batista¹; Rafael Gianjope Rego²; Eloa Helena Leal Barbosa³; Letícia Rodrigues Xavier⁴.

¹Professor da disciplina STEAM do Centro Educacional 349 – Araçatuba do Sesi-SP.

²Analista Técnico Educacional da Supervisão de Tecnologias de Apoio à Aprendizagem do Sesi-SP.

³Estudante do 6º ano do Ensino Fundamental II do Centro Educacional 349 – Araçatuba do Sesi-SP.

⁴Estudante do 7º ano do Ensino Fundamental II do Centro Educacional 349 – Araçatuba do Sesi-SP.

Resumo

No componente curricular STEAM do Centro Educacional 349, de Araçatuba, da Rede Sesi-SP de Ensino, foi desenvolvido o “Projeto Autômato” com estudantes do 6º e 7º anos do Ensino Fundamental II. A proposta teve como objetivo introduzir conceitos básicos de mecânica e engenharia por meio da criação de dispositivos utilizando materiais acessíveis, como papelão, palitos, cola e isopor. Entre as diversas produções realizadas pelos alunos, destacou-se a construção de um comedouro automático para animais. O processo metodológico envolveu etapas de planejamento, pesquisa e execução, nas quais os estudantes projetaram e construíram uma estrutura de papelão que serviu como base para o comedouro. Utilizando palitos de churrasco como suportes e alavancas, os participantes desenvolveram mecanismos com partes móveis capazes de liberar ração de forma controlada. Durante a atividade, foram trabalhados conceitos fundamentais de máquinas simples, como alavancas, eixos e engrenagens, os quais foram aplicados de maneira prática. A realização do projeto favoreceu o desenvolvimento de habilidades práticas, criativas e colaborativas, promovendo o pensamento crítico e a resolução de problemas. Alinhada à abordagem “mão na massa” da Cultura *Maker* e aos princípios da educação STEAM, a atividade proporcionou uma aprendizagem significativa e contextualizada, integrando teoria e prática de forma lúdica e inovadora.

Palavras-chave: autômato; mecânica; STEAM; alimentador automático.

1. INTRODUÇÃO

Autômatos são máquinas que se movem de forma mecânica, utilizando sistemas hidráulicos ou pneumáticos, sem depender de eletricidade. A palavra “autômato” tem origem grega e significa “agindo por vontade própria”. Exemplos comuns de autômatos incluem marionetes de teatro, relógios de parede com cuco e mecanismos simples como rodas d’água. Muitos desses autômatos, originalmente, derivam de brinquedos mecânicos, que foram fabricados em diversos materiais e compostos por mecanismos simples (Koetsier, 2001).

Os autômatos baseiam-se em princípios observados na natureza, como o comportamento de animais, as leis da física, a evolução biológica e a dinâmica de sistemas naturais. Por exemplo, um autômato pode ser projetado para imitar o comportamento de um bando de pássaros, o movimento de uma cobra ou a estrutura de um ecossistema.

Esses dispositivos são os precursores dos robôs modernos. A construção de autômatos e brinquedos que se movem sem eletricidade, uma prática existente desde os primórdios da humanidade, combina de maneira lúdica o conhecimento científico com o trabalho artesanal. Ao criar modelos desses autômatos, é possível despertar o interesse por disciplinas como Física e Matemática, além de introduzir conceitos que podem levar à automatização de movimentos e à criação de robôs (Marques; Ribeiro, 2023).

Esses sistemas artificiais são comumente usados em diversas áreas da ciência e da Engenharia, incluindo robótica, inteligência artificial, otimização e simulação. Com base nesse princípio, a disciplina STEAM, projeto-piloto da Rede SESI-SP no Centro Educacional 349 da cidade de Araçatuba (SP), desenvolveu o “Projeto Autômato” com estudantes do 6º e 7º anos do Ensino Fundamental II enfatizando a resolução de problemas através do protagonismo do estudante, principalmente pautada no aspecto “mão na massa” e “faça você mesmo” da abordagem STEAM e da Cultura *Maker*, que permite o desenvolvimento de habilidades essenciais atualmente e para o futuro dos jovens, como pensamento crítico, inovação, aprendizagem criativa e trabalho em equipe (Bacich; Holanda, 2020).

2. METODOLOGIA

Para a realização do “Projeto Autômato”, os estudantes dos 6º e 7º anos foram divididos em duplas e passaram inicialmente pela fase de planejamento do protótipo. Durante essa etapa, foi realizada uma investigação de movimentos de autômatos existentes, gerando a ideação do projeto a ser realizado.

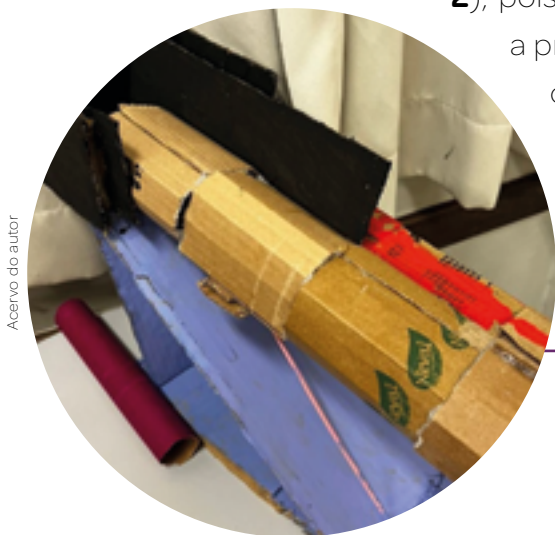
Com o auxílio de materiais de largo alcance, como papelão, palitos, cola, isopor, foi desenvolvida a primeira versão do artefato (**Figura 1**), que passou por processo de testes e correção de falhas.



Acervo do autor

Figura 1: Protótipos sendo desenvolvido pelos estudantes.

Envolvendo conceitos de mecânica como alavancas, eixos e engrenagens simples, os estudantes aprimoraram os projetos, tornando-os o mais eficiente possível. Dentre as criações, a que mais se destacou foi o comedouro animal (**Figura 2**), pois, do ponto de vista ambiental, contribui para a preservação dos ecossistemas locais ao gerenciar a oferta de alimentos aos animais de forma sustentável e responsável.



Acervo do autor

Figura 2: Primeira versão do comedouro animal.

O projeto tem como objetivo também ensinar aos estudantes conceitos de robótica, automação e programação, ao mesmo tempo que promove a conscientização sobre a importância da responsabilidade com os animais e o meio ambiente.

Após concluírem a construção da primeira versão, os alunos puderam aprimorar os materiais e os métodos de produção no **Espaço Maker** da unidade escolar, acrescentando sensor ultrassônico para detectar a presença do animal e abrir automaticamente o *dispenser* de ração via motor, automatizando o processo (**Figura 3**).

Figura 3: Versão final do comedouro animal.



Acervo do autor

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao compreenderem a aplicação do STEAM em um contexto de problema visto por si próprios, os alunos construíram uma compreensão mais ampla do mundo ao seu redor. Exploraram habilidades de prototipação, Engenharia, Matemática e programação, integrando todas essas áreas, para, em equipe, finalizarem o projeto.

Os resultados do projeto foram excelentes, demonstrando que os alunos conseguiram aplicar a abordagem STEAM e a Cultura *Maker* de maneira eficaz na construção do autômato. No entanto, o processo foi trabalhoso e custoso, exigindo tempo e esforço significativos. Na discussão comparativa com outros docentes, observou-se que os alunos enfrentam grandes dificuldades para realizar trabalhos manuais de alta complexidade, indicando a necessidade de desenvolver e treinar ainda mais habilidades motoras e práticas em projetos futuros, além de reforçar a ideia de que o conceito de “mão na massa” é um componente de real importância para a formação do estudante.

4. CONCLUSÃO

O projeto autômato, apesar dos desafios e das exigências, foi bem-sucedido na aplicação da abordagem STEAM e no desenvolvimento das habilidades dos alunos. No entanto, as dificuldades enfrentadas em trabalhos manuais complexos indicam a necessidade de maior foco no treinamento prático e no fortalecimento das habilidades motoras. A discussão com outros docentes reforça a importância da Cultura *Maker* no contexto educacional, destacando seu papel essencial no desenvolvimento integral dos alunos.

Referências

- BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM em sala de aula**: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica. Porto Alegre: Penso, 2020.
- KOETSIER, T. On the prehistory of programmable machines: musical automata, looms, calculators. **Mechanism and Machine Theory**, [s. l.], v. 36, n. 5, p. 589–603, 2001.
- MARQUES, G.; RIBEIRO, L. Autômatos e robôs, da antiguidade à computação. 10ª JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA; 7ª SIMPÓSIO DA PÓS-GRADUAÇÃO, 2023, Três Corações. **Anais** [...]. Três Corações: Instituto Federal do Sul de Minas, 2023. Disponível em: <https://memoriajornada.ifsuldeminas.edu.br/index.php/jcmuz2/jcmuz2/paper/viewFile/4461/3191>. Acesso em: 23 ago. 2024.
- THE BIOMIMICRY Institute. Disponível em: <https://biomimicry.org/>. Acesso em: 23 ago. 2024.



STEAM e Educação *Maker*

uma experiência do
ensino de química por meio
do projeto Linus Pauling



Autores

Maria Manuela Pereira Machado¹; Breno Alves dos Santos Blundi²; Rodrigo Mitica³; Eduarda Santana dos Santos⁴; Guilherme Tagliacol Ribeiro⁴; Heloisa Mazotini⁴; Matheus de Araujo Pereira⁴; Ruan Custódio Rodrigues⁴; Ryan Landi Muniz⁴.

¹Professora de Química no Centro Educacional 403 – Campinas do Sesi-SP.

²Analista Técnico Educacional da Supervisão de Tecnologias de Apoio à Aprendizagem do Sesi-SP.

³Técnico de Laboratório Didático do Fab Lab no Centro Educacional 403 – Campinas do Sesi-SP.

⁴Estudantes do 1º ano do Ensino Médio no Centro Educacional 403 – Campinas do Sesi-SP.

Resumo

O Projeto Linus Pauling foi concebido como uma resposta às dificuldades enfrentadas pelos alunos do Ensino Médio na compreensão da distribuição eletrônica dos elementos químicos. Para abordar essa questão, o projeto adotou a abordagem STEAM com o objetivo de tornar o ensino de química mais dinâmico, acessível e envolvente. Os objetivos principais do projeto incluíram a facilitação da compreensão do Diagrama de Linus Pauling, a utilização de tecnologias educacionais para o desenvolvimento de protótipos de jogos pedagógicos e a avaliação do desempenho dos estudantes por meio de uma rubrica cuidadosamente elaborada. A metodologia aplicada consistiu em aulas expositivas que revisitaram os modelos atômicos, preparando os alunos para uma etapa subsequente de trabalho em grupo. Cada grupo, composto por 5 a 6 estudantes, foi responsável pela pesquisa e pelo desenvolvimento de protótipos de jogos educativos, com funções claramente distribuídas para garantir a colaboração efetiva e o engajamento de todos os participantes. Os protótipos mais promissores de cada turma foram então levados ao **Fab Lab**, onde foram transformados em produtos com o auxílio de tecnologias avançadas, como impressoras 3D e cortadoras a laser. Os resultados obtidos demonstraram um impacto significativo no engajamento dos alunos, além de um notável desenvolvimento de habilidades científicas e tecnológicas. A gamificação, aliada a metodologias ativas de ensino, revelou-se eficaz no aprofundamento de conceitos complexos, contribuindo para um ambiente educacional interativo, colaborativo e inclusivo. Concluímos que a inovação educacional, quando aliada à tecnologia, não apenas facilita a aprendizagem de conceitos abstratos, mas também promove a inclusão e a diversidade, preparando os alunos para atuar como protagonistas em uma sociedade cada vez mais tecnológica e interconectada.

Palavras-chave: abordagem STEAM; ensino de química; educação *maker*.

1. INTRODUÇÃO

No início do desenvolvimento das aulas do componente curricular de Química em 2024, observamos que os alunos do 1º ano do Ensino Médio do Centro Educacional 403 da cidade de Campinas (SP) enfrentavam muitas dificuldades na compreensão da distribuição eletrônica dos elementos químicos. Este problema, frequentemente abordado de maneira abstrata, revelou-se um obstáculo para o aprendizado efetivo dos estudantes. A necessidade de inovar e tornar esse conhecimento mais acessível e interessante motivou a criação do Projeto Linus Pauling, ancorado na abordagem STEAM (acrônimo de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática).

O ensino de química enfrenta desafios únicos, principalmente no que diz respeito ao engajamento e à compreensão dos alunos. A tradicional abordagem expositiva, muitas vezes, falha em captar o interesse dos estudantes, resultando em dificuldades na assimilação de conceitos abstratos. Para superar essas barreiras, metodologias ativas têm sido amplamente exploradas como alternativas viáveis. Estudos demonstram que a gamificação pode promover um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e motivador, facilitando a compreensão de conteúdos complexos através de uma abordagem lúdica e interativa (Alves, 2014; Leite, 2017; Oliveira; Pimentel, 2020).

O Projeto Linus Pauling foi concebido com o objetivo de transformar o ensino da distribuição eletrônica dos elementos químicos por meio da gamificação e do uso de tecnologias modernas. A distribuição eletrônica é um conceito fundamental, mas abstrato, que muitas vezes representa um obstáculo significativo para os alunos do Ensino Médio, especialmente no estudo de propriedades periódicas, ligações químicas e outros tópicos correlatos. O uso do Diagrama de Linus Pauling como ferramenta pedagógica, integrado à abordagem STEAM, visa tornar esse aprendizado mais acessível e envolvente.

Segundo Diesel, Baldez e Martins (2017), o contexto atual da educação demanda metodologias que incentivem habilidades essenciais para o século XXI, como resolução de problemas, colaboração, autonomia, flexibilidade, comunicação e criatividade. No ensino de química, a gamificação tem se mostrado uma metodologia promissora. Alves (2014) e Leite (2017) indicam que a inclusão de ele-

mentos de jogos em contextos educacionais pode aumentar o engajamento dos alunos e promover uma aprendizagem mais significativa. A abordagem STEAM integra essas metodologias, oferecendo um ambiente multidisciplinar que conecta teoria e prática.

Os objetivos específicos do Projeto Linus Pauling incluem: i) promover a compreensão do funcionamento e da aplicação do Diagrama de Linus Pauling; ii) utilizar recursos tecnológicos para transformar protótipos de jogos educativos em produtos finais; iii) avaliar o desempenho dos alunos por meio de uma rubrica detalhada, considerando criatividade, precisão científica e engajamento estudantil. Seis turmas, com oito grupos cada, desenvolveram protótipos de jogos educativos. Os melhores protótipos de cada turma foram levados ao **Fab Lab** Escola SESI-SP, um laboratório de fabricação digital, onde foram transformados em produtos finais, destacando o esforço colaborativo e a inovação pedagógica promovida pelo projeto.

2. METODOLOGIA

A metodologia aplicada no Projeto Linus Pauling foi estruturada em várias etapas para garantir um processo educativo coeso e eficiente:

1 Aula expositiva inicial:

- **Objetivo:** Revisar modelos atômicos e explicar a distribuição eletrônica em camadas e subcamadas utilizando o Diagrama de Linus Pauling.
- **Procedimento:** Apresentação teórica seguida de discussões e esclarecimento de dúvidas.

2 Divisão em grupos:

- **Objetivo:** Promover o trabalho colaborativo e distribuir responsabilidades.
- **Procedimento:** Formação de grupos de 5 a 6 alunos, com a designação de papéis específicos, como líder, *designer*, responsável pelos critérios científicos, pesquisador, desenvolvedor de conteúdo e apresentador.

3 Pesquisa e desenvolvimento:

- **Objetivo:** Realizar pesquisas detalhadas sobre o Diagrama de Linus Pauling e iniciar o desenvolvimento dos protótipos de jogos educativos.
- **Procedimento:** Cada grupo conduz pesquisas e começa a elaborar os conceitos dos jogos.

4 Desenvolvimento dos protótipos:

- **Objetivo:** Criar protótipos funcionais dos jogos educativos.
- **Procedimento:** Duas aulas direcionadas para o desenvolvimento:
 - **Primeira aula:** Definição dos papéis e atividades dentro do grupo, bem como a escolha do tipo de jogo a ser desenvolvido.
 - **Segunda aula:** Execução das atividades planejadas, alinhamento do progresso, identificação de pendências e refinamento dos protótipos.

5 Avaliação dos protótipos:

- **Objetivo:** Selecionar os melhores protótipos para serem desenvolvidos no **Fab Lab**.
- **Procedimento:** Avaliação dos protótipos utilizando uma rubrica detalhada (Anexo 1) que considera criatividade, precisão das informações científicas e engajamento do grupo.

6 Transformação dos protótipos em produtos finais:

- **Objetivo:** Utilizar tecnologias avançadas para produzir os melhores protótipos.
- **Procedimento:** Os protótipos selecionados foram levados ao Fab Lab, onde os alunos utilizaram impressoras 3D, cortadores a laser e outras ferramentas tecnológicas de fabricação digital.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do Projeto Linus Pauling foram bastante positivos e indicaram um aumento significativo no engajamento e na compreensão dos alunos em relação à distribuição eletrônica. A utilização da gamificação e da abordagem STEAM foi eficaz em tornar o aprendizado mais dinâmico e interativo.

A gamificação, ao introduzir elementos lúdicos e competitivos, aumentou consideravelmente a motivação dos alunos. Eles se mostraram mais envolvidos nas atividades, participando ativamente das discussões e colaborações dentro dos grupos. Muitos estudantes relataram que se sentiram mais motivados para aprender química devido à natureza interativa e prática do projeto, conforme ilustrado pelos seguintes depoimentos:

Foi algo bem inovador e nos fez interessar pelo assunto porque foi 'algo único pra gente'. Ir para o Fab Lab é empolgante! (Estudante A, que construiu o jogo "Hotel Linus Pauling").

É mais divertido aprender a matéria inventando algo assim, fora do ambiente da sala de aula. É diferente (...) A gente costuma entregar os trabalhos com papel, cola e papelão e tirar uma nota. Dessa vez a motivação foi expandir isso, foi ver nosso projeto virar algo real e mexer com ferramentas legais (Estudante B, que desenvolveu o jogo "Corrida Linus Pauling").

A abordagem prática e colaborativa permitiu aos alunos compreenderem melhor os conceitos de distribuição eletrônica. As atividades permitiram a aplicação dos conceitos teóricos em situações práticas, reforçando o entendimento, o que confirma o depoimento de um dos estudantes que desenvolveu o jogo "Corrida Linus Pauling": "O jogo tem que ter criatividade, mas tem que entender bem a matéria para poder criar as regras."

Os alunos desenvolveram diversas habilidades além do conhecimento científico. A colaboração em grupos, a resolução de problemas e o uso de tecnologias

avançadas foram competências importantes adquiridas durante o projeto, como já previsto nas expectativas de ensino e aprendizagem da rede SESI-SP e evidenciado pela fala dos estudantes:

No início, ficamos ansiosos, mas entender as orientações sobre as funções ajudou a deixar claros os papéis de cada um. Tivemos que conversar com a professora para entender como organizar melhor. (Estudante C, que fez o jogo “Corrida Linus Pauling”).

Não é fácil trabalhar em grupo, mas o grupo foi bem colaborativo e o tempo foi corrido! Poderia ter tido mais aulas!!!! (Estudante D, que fez o jogo “Pescaria Linus”).

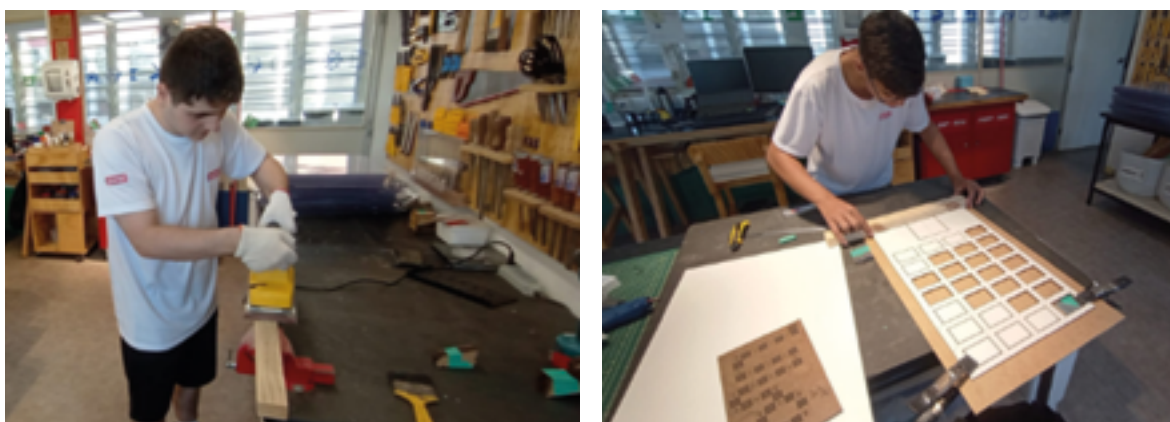
Os protótipos desenvolvidos pelos alunos variaram em criatividade e complexidade, mas todos demonstraram um entendimento profundo do Diagrama de Linus Pauling. A seguir, apresentamos algumas fotos dos trabalhos realizados pelos alunos (**Figura 1**).



Acervo do autor

Figura 1: Protótipos de jogos educativos desenvolvidos pelos alunos utilizando conceitos de distribuição eletrônica.

Os protótipos foram avaliados com base em uma rubrica detalhada que considerava criatividade, precisão das informações científicas e engajamento estudantil. Este processo reforçou os conceitos científicos e proporcionou aos alunos uma experiência prática com tecnologias avançadas (**Figura 2**).



Acervo do autor

Figura 2: Estudantes utilizando ferramentas do **Fab Lab** para produzir os próprios jogos educativos.

4. CONCLUSÃO

O Projeto Linus Pauling apresentou uma robusta demonstração da eficácia da gamificação e da abordagem STEAM na educação em química, destacando-se como uma prática pedagógica inovadora capaz de elevar substancialmente o nível de engajamento e a compreensão dos conceitos científicos pelos alunos. Ao integrar tecnologias contemporâneas com metodologias ativas, o projeto proporcionou uma aplicação prática e contextualizada desses conhecimentos em situações reais.

A experiência no **Fab Lab**, que permitiu a materialização de ideias em produtos tangíveis, foi particularmente significativa, promovendo o desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI, como a colaboração, a resolução de problemas e a adaptabilidade. Essas competências são fundamentais em um mun-

do cada vez mais dinâmico e tecnológico, preparando os alunos para os desafios futuros e para a vida além do ambiente escolar.

Além disso, os *feedbacks* coletados dos estudantes indicaram altos níveis de satisfação e motivação, evidenciando a importância e o impacto positivo das metodologias inovadoras no contexto educacional. Os alunos, ao assumirem papéis ativos no processo de aprendizagem e ao desenvolverem protótipos e jogos, internalizaram o conhecimento de maneira mais profunda e duradoura.

Concluimos, portanto, que a integração de tecnologias modernas e práticas educacionais inovadoras, como a gamificação, a educação *maker* e a abordagem STEAM, tem o potencial de transformar significativamente o ensino de Ciências. Essas abordagens, além de tornar o aprendizado mais envolvente e significativo, também equipam os alunos com as habilidades e o conhecimento necessários para enfrentar os desafios do futuro com confiança e competência.

Referências

- ALVES, J. A. *et al.* Gamificação no ensino de Química: uma revisão sistemática da literatura. **R. Eletr. Cient. Inov. Tecnol**, Medianeira, v. 14, n. 32, p. 1–19, jan./abr. 2023.
- DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, Pelotas, v. 14, n. 1, p. 268–288, 2017.
- LEITE, B. S. **Tecnologias digitais na educação**: da formação à aplicação. São Paulo: Livraria da Física, 2022.
- OLIVEIRA, J. K. C.; PIMENTEL, F. S. C. Epistemologias da gamificação na educação: teorias de aprendizagem em evidência. **Revista da Faeeba - Educação e Contemporaneidade**, [s. l.], v. 29, n. 57, p. 236, 3 abr. 2020.
- PAIVA, M. R. F. *et al.* Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. **SANARE**, Sobral, v. 15, n. 2, p. 145–153, 2016.

ANEXO 1. Rubrica de avaliação

Rubrica de avaliação para o trabalho sobre o diagrama de Linus Pauling

Critérios de Avaliação	Descrição	Peso	Pontuação
Criatividade	Avalia a originalidade e a inovação do produto desenvolvido pelo grupo.		
	O produto apresenta ideias criativas e inovadoras que tornam o conceito do Diagrama de Linus Pauling mais acessível?	1	
	O produto utiliza recursos visuais ou interativos de forma interessante e cativante?	1	
Fornecimento de informações	Verifica se o produto fornece de forma clara todas as informações solicitadas sobre o diagrama de Linus Pauling.		
	O produto fornece o número de elétrons na camada de valência do átomo?	1	
	O produto indica a quantidade de camadas eletrônicas preenchidas?	1	
	O produto identifica o subnível mais energético?	1	
Participação no trabalho	Contribuição de cada membro do grupo no desenvolvimento do produto.		
	Todos os membros do grupo participam ativamente do desenvolvimento do produto?	1	
	Cada membro do grupo contribuiu de maneira significativa com suas habilidades e seus conhecimentos?	2	
Compreensão do tema	Analisa se os alunos demonstram compreensão adequada do tema do Diagrama Linus Pauling.		
	Os alunos demonstram compreensão clara do funcionamento do Diagrama de Linus Pauling?	1	
	Os alunos são capazes de explicar o processo de distribuição de elétrons de forma precisa e coerente?	1	
		TOTAL	

Autoria própria



Upcycling Musical:

construção de um
contrabaixo elétrico com
materiais reciclados no Fab Lab



Autores

Bruno Rafael Serafim Rocha Bueno¹; Paula Augusto Dalfré²; Mateus Felipe Ferreira dos Santos³; Luis Felipe Campanholli³; Mariana Araujo Moraes Lima³.

¹Técnico do Laboratório Didático do Centro Educacional 005 – Limeira do SESI-SP.

²Analista Técnico Educacional da Supervisão de Tecnologias de Apoio à Aprendizagem do SESI-SP.

³Estudantes do 3º ano do Ensino Médio do Centro Educacional 005 – Limeira do SESI-SP.

Resumo

Este projeto tem como objetivo abordar o problema do descarte de resíduos no **Fab Lab** do Centro Educacional 005, de Limeira, da Rede SESI-SP de Ensino, com foco específico em MDF e acrílico, materiais que, normalmente, não são reciclados e acabam sendo eliminados como resíduos. Desenvolvida por alunos do 3º ano do Ensino Médio, a iniciativa propõe a reutilização desses materiais, aplicando o conceito de *upcycling*, para construir um contrabaixo elétrico, promovendo assim uma economia significativa de recursos. Com suporte técnico dos alunos do SENAI Limeira e o apoio da escola SESI Limeira, o projeto contou com um planejamento detalhado e resultou em um instrumento de baixo custo produzido a partir de madeira e componentes elétricos reaproveitados. O contrabaixo, semiacústico e *fretless*, foi testado em atividades escolares e disponibilizado para uso cultural e artístico, incentivando o envolvimento dos alunos e proporcionando um recurso educacional interdisciplinar que pode ser utilizado para integrar conceitos de matemática e física. Além disso, o instrumento conta com um sistema de facilitação para aprendizagem musical para pessoas com deficiência visual: um Arduino que identifica as notas tocadas e as reproduz em voz alta por meio de um alto-falante de duas polegadas, além de instalação de braille no braço nos locais onde seriam as casas das notas, servindo para guiar o posicionamento dos dedos para tocar as notas corretas. Além de fomentar a sustentabilidade, o projeto deixa um legado cultural na escola e inspira futuras ações de reutilização e expressão artística, fortalecendo uma cultura *maker* sustentável e inclusiva.

Palavras-chave: *upcycling*; sustentabilidade; educação musical e inclusão.

1. INTRODUÇÃO

A geração de resíduos é um problema crescente em diversos setores, incluindo espaços educacionais e de inovação como o **Fab Lab** Escola do Centro Educacional 005, de Limeira, da Rede SESI-SP de Ensino. Esses laboratórios, ao oferecerem uma gama de equipamentos e tecnologias para criação de projetos, geram uma quantidade significativa de resíduos, especialmente de MDF e acrílico, que frequentemente não são reciclados de forma adequada. Este projeto foi motivado pelo desafio de transformar tais resíduos em algo funcional e significativo para a escola, combinando sustentabilidade e criatividade.

McDonough e Braungart (2002) definem o termo *upcycling* como a reutilização criativa de produtos ou resíduos para criar novos itens sem desintegrar a peça original. Esta abordagem destaca a necessidade de soluções sustentáveis para minimizar o impacto ambiental dos resíduos. “O *upcycling* é uma tendência que promove a reutilização criativa de materiais, agregando valor e prolongando seu ciclo de vida.” (Sebrae, 2021).

Com base nesse termo, o objetivo deste trabalho, realizado por alunos do 3º ano do Ensino Médio como parte da disciplina de Eixo Integrador de Sustentabilidade, é transformar os resíduos do **Fab Lab** em um contrabaixo elétrico. A proposta visa reduzir o lixo e promover a arte, criando um legado que inspira futuras gerações a buscar soluções inovadoras e sustentáveis.

O projeto está dentro da abordagem STEAM e Cultura *Maker*; propostas que valorizam o princípio de “mão na massa” e proporcionam aos alunos a oportunidade de adquirir habilidades fundamentais para o século XXI, como pensamento crítico, trabalho em equipe e capacidade de resolução de problemas, ao aplicar o conhecimento teórico em contextos reais da sociedade em que estamos inseridos (Bacich; Holanda, 2020).

A escolha do contrabaixo como produto final não é aleatória: instrumentos musicais carregam um potencial cultural e educacional e permitem o engajamento artístico dos alunos, fomentando habilidades essenciais como desenvolvimento cognitivo, autodisciplina e paciência, criatividade e autoexpressão, entre outras, que contribuem para a formação integral desses alunos como indivíduos e cidadãos. Assim, o objetivo central deste trabalho é aplicar o conceito de *upcycling* para reutilizar MDF e acrílico

descartados, na construção de um contrabaixo elétrico, propondo uma solução que una inovação com sustentabilidade na criação de instrumentos educacionais.

Após o desenvolvimento do contrabaixo, o projeto pretende alcançar outro objetivo que visa à educação musical e inclusiva de pessoas com deficiência visual por meio da tecnologia, ao adicionar no instrumento um Arduino que identifica as notas tocadas e as reproduz em voz alta por um alto-falante de duas polegadas, além de instalação de braille no braço.

A inclusão de pessoas com deficiência visual na educação musical é um dos principais desafios enfrentados atualmente. Para que isso aconteça de forma efetiva, é essencial que os profissionais estejam preparados para oferecer uma educação musical acessível e de qualidade. A Musicografia Braille ganha destaque nesse contexto, uma vez que há muitos deficientes visuais interessados em música, mas que enfrentam barreiras para seu desenvolvimento musical, em grande parte pela falta de cursos e instrutores capacitados. Esse cenário destaca a importância de promover a inclusão musical de pessoas com deficiência visual, não apenas em consonância com políticas públicas de inclusão, mas também como um passo fundamental para a integração social, desmistificando a ideia de que pessoas com deficiência visual são incapazes de se expressar nas artes, especialmente na música (Rosendo Júnior, 2010).

Quanto ao processo metodológico de sua construção, inclui-se o desenvolvimento de um planejamento detalhado, a pesquisa formal com base em artigos técnicos sobre os processos para a execução do projeto, a pesquisa informal, com vídeos e sites disponíveis on-line, a pesquisa sobre apoio e suporte técnico necessários, bem como o entendimento dos componentes elétricos que garantam a funcionalidade do instrumento. Como base teórica, o conceito de *upcycling* é explorado na revisão de literatura, assim como a relevância da sustentabilidade no contexto educacional. O projeto enfrentou, contudo, limitações, como a necessidade de alguns materiais adicionais para viabilizar a construção do instrumento, por exemplo, o Arduino Mega, sensor de microfone e alto-falantes, e a revisão da estrutura do contrabaixo para viabilizar sua construção.

Este artigo está estruturado para apresentar, inicialmente, a fundamentação teórica do projeto e sua metodologia, seguida pela análise dos resultados obtidos e uma discussão sobre o impacto da iniciativa. Por fim, são discutidos as conclusões e o potencial de futuras iniciativas que unam sustentabilidade e educação com o reaproveitamento de resíduos.

2. METODOLOGIA

A iniciativa desse projeto partiu da análise do uso intensivo de MDF no **Fab Lab** da Escola do Centro Educacional 005, de Limeira, da Rede SESI-SP de Ensino, que revelou um elevado índice de resíduos não reciclados. A partir da identificação desse problema, os alunos do 3º ano do Ensino Médio de 2023 decidiram transformar esses retalhos em um contrabaixo elétrico, convertendo o desperdício em um objeto cultural e educativo.

Este projeto se caracteriza como uma pesquisa aplicada com foco em sustentabilidade e economia de recursos. A abordagem experimental foi escolhida para validar a construção de um instrumento musical a partir de resíduos, visando à redução de desperdício e ao incentivo ao reaproveitamento de materiais.

A viabilidade do projeto foi assegurada pela supervisão escolar, com o planejamento conduzido por Bruno Rocha, Técnico do Laboratório Didático do Centro Educacional 005 e responsável pelo **Fab Lab** da unidade escolar. A construção estrutural e a parte elétrica foram realizadas pelos estudantes com conhecimentos do curso técnico em Eletroeletrônica do SENAI Luiz Varga de Limeira. O trabalho concretizou-se com a disciplina de “Eixo integrador de sustentabilidade e tecnologia”, como o produto final. Para a construção do instrumento, o projeto utilizou tábuas de madeira, retalhos de MDF, acrílico, impressão 3D e partes de outro instrumento quebrado.

A escolha do formato do corpo do contrabaixo exigiu uma análise cuidadosa devido às limitações impostas pelo uso de MDF como material principal. Como o MDF é um material composto por fibras de madeira prensadas, sua estrutura não oferece a mesma resistência ou maleabilidade que a madeira maciça. Esse fator implica algumas restrições no *design* e nos processos de corte e acabamento, sobretudo quando se deseja trabalhar com camadas.

Ao contrário de madeiras maciças, que podem ser esculpidas para obter as curvaturas e angulações típicas de muitos modelos de baixo tradicionais, o MDF não se presta facilmente a esses contornos complexos. Quando trabalhado em camadas, o MDF pode lascar ou perder resistência em áreas que exigem angulações mais sutis e curvadas. Além disso, camadas de MDF sobrepostas criam linhas visíveis nas bordas do instrumento, o que compromete o visual caso as curvas e os arredondamentos precisem ser intensos.

A construção do corpo em camadas de MDF envolveu o corte de chapas, que foram então empilhadas e coladas para formar o corpo do instrumento. Esse método exige que cada camada seja cortada com precisão, seguindo exatamente o contorno externo desejado, para que o corpo final tenha uma estrutura sólida e homogênea. Dessa forma, foi necessário optar por um *design* que valorizasse linhas retas e ângulos agudos, para preservar a integridade estrutural e facilitar a montagem em camadas.

Essa escolha recaiu no *design* inspirado na guitarra *Explorer*, originalmente desenvolvida pela Gibson na década de 1950 (**Figura 1**), que se caracteriza justamente por suas formas geométricas angulares e um corpo assimétrico, transmitindo uma estética moderna e agressiva que desafia o *design* tradicional de instrumentos musicais. O formato da *Explorer*, com suas linhas retas e cantos definidos, adequa-se perfeitamente à construção em camadas de MDF, pois reduz a necessidade de modelagem tridimensional complexa e permite cortes mais simples e precisos.



Guitarist/Getty Images

Figura 1: Imagem da guitarra *Explorer* da marca Gibson utilizada como inspiração de *design*.

A partir da planta inicial inspirada na *Explorer* (**Figura 2**), o característico *cutaway* do lado direito superior do corpo, assim como a parte inferior esquerda, foram encurtadas e redesenhadas a fim de proporcionar economia no material, redução de peso e conforto na hora de tocar; sentado ou em pé.

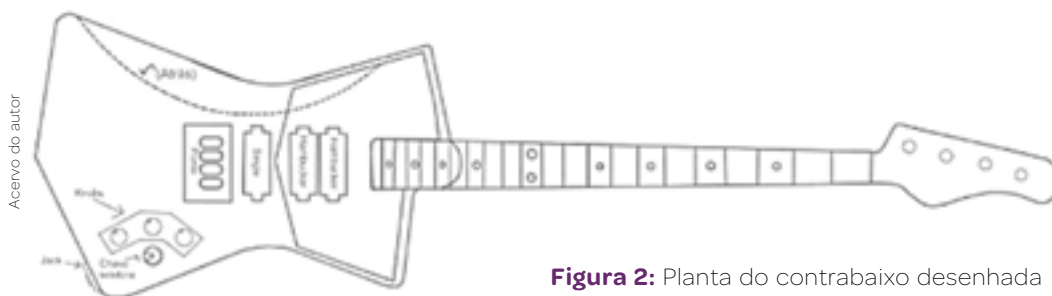


Figura 2: Planta do contrabaixo desenhada pelos membros do grupo. Feita para o trabalho do componente de Eixo Integrador 2023 do SESI-SP.

Além disso, o contrabaixo foi construído em um estilo semiacústico; uma decisão estratégica para otimizar a sonoridade e a leveza do instrumento, especialmente considerando o uso de MDF como material principal.

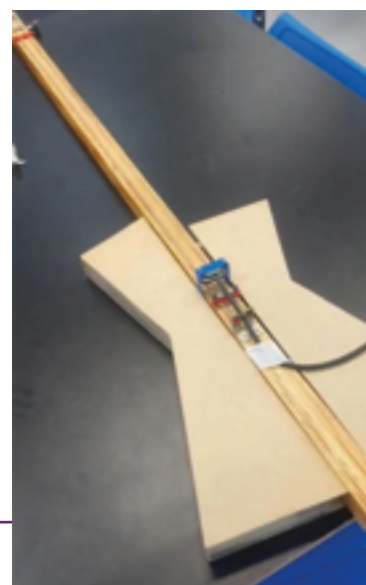
Um baixo semiacústico possui uma cavidade interna que permite uma leve ressonância acústica, similar à de instrumentos acústicos, mas com a presença de componentes elétricos para amplificação. Neste projeto, as laterais foram construídas com 13 camadas de MDF de 3 mm, além do tampo e do fundo, enquanto a parte central conta apenas com essas duas últimas camadas. Foram incluídos também dois recortes no corpo, semelhantes aos de um violino, para facilitar a ressonância interna.

O braço foi fabricado com madeira reciclada (compensado) e apresentou vários desafios técnicos, principalmente na possibilidade de instalação dos trastes e do tensor. Os trastes são pequenas barras de metal que, em instrumentos convencionais, marcam as divisões entre as notas e permitem que o músico pressione as cordas para produzir notas específicas de forma mais fácil e precisa. A colocação de trastes em um instrumento requer uma precisão milimétrica, pois cada um deve ser posicionado de acordo com medidas exatas para garantir a afinação correta das notas em todas as casas, sendo esse processo de difícil execução.

Para viabilizar a construção do braço, optou-se por um baixo *fretless*, sem trastes, assemelhando-se a instrumentos como violino e violoncelo, permitindo uma transição mais suave entre as notas e eliminando a complexidade da instalação dos trastes. Isso proporciona uma superfície contínua para as cordas, permitindo que o músico deslize os dedos suavemente entre as notas, proporcionando características únicas, tanto no som quanto na técnica.

Outro ponto crítico foi a instalação do tensor; uma haste de metal interna que suporta a tensão das cordas e impede que o braço se deforme. O processo de instalação do tensor necessita de ferramentas específicas e é de difícil execução; sendo assim, para manter a viabilidade do projeto, foi feito o uso do braço sem um tensor (**Figura 3**).

Figura 3: Corpo do instrumento criado com camadas de MDF e o braço reaproveitado, sem inserção de tensor.



Acervo do autor

Um baixo de 4 cordas afinado na afinação padrão (E, A, D, G) exerce uma pressão significativa sobre o braço, chegando a 65,31kg de tensão total, a depender do encordoamento, com as cordas E e A sendo as mais tensionadas (14,42 e 15,74kg respectivamente). A tensão constante das cordas em um braço sem tensor afetaria a integridade estrutural do instrumento, causando empenamento.

Para reduzir essa carga e preservar a integridade estrutural do braço, optou-se por uma afinação mais leve e pelo uso de apenas duas cordas: as tradicionais E e A da afinação padrão, afinadas dois tons abaixo, em C e F. Essa mudança diminui a tensão exercida no braço, permitindo que a construção do braço em compensado e sem tensor suporte melhor o peso das cordas, assegurando maior durabilidade ao instrumento.

O captador foi fabricado reutilizando ímãs de neodímio do **Fab Lab** e cobre de um captador estragado e sem uso. Ele foi desenvolvido sob medida para o contrabaixo, contando com dois polos, e bobina de cobre enrolada e testada para atingir o campo magnético suficiente para captar a vibração das cordas e transmitir o sinal para o jack p10, instalado na lateral inferior direita que deve ser conectado a um amplificador. A estrutura do captador foi construída com retalhos de MDF e acrílico.

As duas tarraxas foram reutilizadas de um contrabaixo quebrado, enquanto as peças de fixação da ponte e rastilho foram feitas em impressão 3D e cantoneiras de aço reutilizadas de um móvel antigo da Escola SESI de Limeira.



Após a finalização do contrabaixo elétrico, o projeto encontrou um novo objetivo: a educação musical e inclusiva por meio da tecnologia. Para isso, atualmente o projeto conta com a instalação de um Arduino que através de um microfone identifica as notas tocadas, mostrando-as em uma tela instalada na parte lateral do corpo e as fala em voz alta, por um alto-falante. Na parte de trás do corpo do contrabaixo (**Figura 4**) cortaram uma pequena parte para a instalação da placa controladora (Arduíno MEGA) e seus componentes eletrônicos, e confeccionaram uma tampa para ser parafusada por cima do recorte.

Figura 4: Contrabaixo com abertura para instalação de Arduino e componentes eletrônicos.

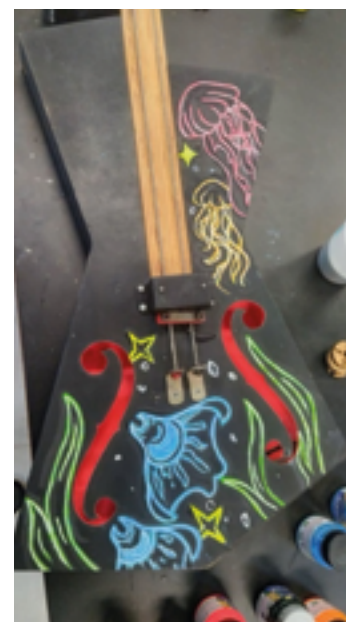
Além disso, pretende-se realizar a instalação de braille no braço do contrabaixo, possibilitando a Musicografia Braille; fundamental para a inclusão de estudantes com deficiência visual na aprendizagem musical. Dessa forma, espera-se que o contrabaixo seja um recurso para ensinar leitura e escrita musicais em braille, evidenciando a importância desse instrumento em um atendimento educacional especializado, que permita pessoas com deficiência visual aprender música de forma inclusiva (Rosendo Júnior, 2010). Tal atendimento, conforme Mantoan (2003), funciona como suporte pedagógico, auxiliando na integração dos estudantes em ambientes educacionais inclusivos e na sociedade, permitindo-os que se expressem através das artes e da música (Bonilha, 2007, p. 4).

Também como adaptação, em todo o corpo foram feitos desenhos que representam o oceano, como uma conexão entre as ondas do mar e as ondas sonoras e sua relação com o ensino da matemática e física, abordando a interdisciplinaridade com a música, ampliando a possibilidade do uso do contrabaixo para a sala de aula.

Na parte frontal (**Figura 5A**) as imagens que remetem ao fundo do mar são menores para se encaixarem melhor no espaço duplo do contrabaixo e fiquem esteticamente bem distribuídas, enquanto na parte traseira (**Figura 5B**) a imagem é maior e única, remetendo a um animal marinho de maior porte. Essas escolhas foram feitas de acordo com o espaço geométrico disponível e escolhas artísticas da integrante do grupo Mariana, como cores, formas e estética dos traços.

Figura 5A (esquerda): Imagem da parte de trás do instrumento relacionada à temática fundo do mar, que remete aos conceitos físicos sobre ondas.

Figura 5B (direita): Imagem frontal do contrabaixo relacionada à temática fundo do mar para remeter aos conceitos físicos sobre ondas.



O instrumento também pode ser utilizado pelos professores em diferentes disciplinas para ensinar conceitos, especialmente em Matemática, pois há uma relação matemática intrínseca na música.

O ensino da matemática requer recursos didáticos auxiliares e novas metodologias estão sendo implementadas com o intuito de despertar no aluno a percepção da necessidade dessa disciplina tão importante para o mundo moderno no qual vivemos. Um exemplo foi a iniciativa adotada por Ricardo Dotto Rabesco, professor de Matemática da Escola SESI de Limeira, que relacionou, no violão ou na guitarra, que a 12ª casa corresponde ao ponto médio da corda. E, que, quando se aperta uma corda nesta posição, a nota produzida é a mesma da corda solta, mas uma oitava mais alta. Além disso, o som gerado possui um harmônico bem pronunciado e, se dividirmos novamente essa metade em duas partes iguais, obteremos o mesmo harmônico ou nota, demonstrando a aplicação direta dos conceitos matemáticos na música.

O instrumento foi testado inúmeras vezes para garantir sua funcionalidade e qualidade sonora. Embora apresentasse limitações devido ao uso de materiais não convencionais, o baixo apresentou-se resistente nas mais diversas situações, como utilizações, transporte e armazenamento, assemelhando-se a um instrumento tradicional com relação à resistência e à durabilidade, inclusive em diversas quedas acidentais.

Disponível para utilização de quaisquer alunos e funcionários da unidade escolar, o contrabaixo finalizado fica sobre um suporte (**Figura 6A**), também criado pelos estudantes com sobras de MDF, no **Fab Lab** do SESI Limeira. O suporte foi criado



Acervo do autor



Figura 6A (acima): Suporte de MDF produzido no Fab Lab.

Figura 6B (abaixo): Imagem do contrabaixo sobre apoio.

sob medida para garantir a segurança e a praticidade da exposição do contrabaixo, e conta com montagem simples com um parafuso borboleta. Também foram colocados quadrados de feltro sobre o MDF nos locais onde o instrumento é apoiado, evitando riscos e favorecendo o balanceamento adequado para suportar seu peso (**Figura 6B**).

O contrabaixo é mantido sempre desafinado para aliviar a tensão das cordas sob o braço e preservar a estrutura do instrumento de empenamento e rachaduras. Para a afinação do contrabaixo, os estudantes contam com suporte do Técnico de Laboratório Didático responsável pelo **Fab Lab** ou de algum dos alunos autores. Entretanto, espera-se que os usuários do contrabaixo consigam, em suas utilizações, afinar o instrumento de forma autônoma, utilizando inclusive o sistema de reconhecimento de notas acoplado na parte traseira do contrabaixo para isso, estabelecendo uma cultura saudável de uso, em que as limitações técnicas do projeto sejam respeitadas e ele possa ser sempre afinado e desafinado para manter sua integridade estrutural.

O projeto resultou na criação de um legado cultural na escola, incentivando a expressão artística e inspirando futuros projetos sustentáveis. Após a conclusão, o instrumento se torna propriedade da escola e fica disponível para uso em eventos estudantis, aulas diversificadas ou quaisquer utilizações outras, incentivando a expressão artística entre alunos e funcionários.

Essa abordagem criativa cria uma ponte entre arte, educação e sustentabilidade, engajando os alunos em um aprendizado interdisciplinar que combina música, física, matemática e responsabilidade ambiental. Ao expandir o conceito de *upcycling* para um contexto musical, valorizamos não só a reutilização de materiais, mas também a criação de um legado cultural, inclusivo e sustentável dentro do ambiente escolar.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto foi bem-sucedido ao transformar materiais reciclados disponíveis em laboratório de criações escolar em um contrabaixo elétrico funcional e artístico, conforme mostra a **Tabela 1**.

Tabela 1. Materiais utilizados para a construção do contrabaixo

Material	Quantidade Utilizada	Origem
MDF	4 kg	Retalhos descartados
Acrílico	200 g	Retalhos descartados
Fios de cobre	15 metros	Peças queimadas
Imãs	15 unidades	Sobras de projetos antigos

Pode-se observar que a produção do contrabaixo conseguiu reutilizar uma grande quantidade de resíduos produzidos no **Fab Lab**, contemplando a ideia do *upcycling* através da reutilização criativa de produtos ou resíduos para criar novos itens, sem desintegrar a peça original e ainda desenvolvendo conceitos de sustentabilidade dentro da construção do instrumento musical. As especificações técnicas do contrabaixo estão descritas na **Tabela 2**.

Tabela 2. Especificações técnicas do contrabaixo

Aspecto	Detalhe
Tipo	<i>Fretless</i> (sem trastes) e semiacústico
Componentes elétricos	Captador reciclado
Braço	Madeira reutilizada
Afinação	C e F (dois tons abaixo do padrão)
Observações	Desafinado para evitar deformação do braço

A estruturação em camadas de MDF de 3 mm mostrou-se eficaz para a montagem do corpo semiacústico do baixo. A escolha desse material proporcionou rigidez e estabilidade ao instrumento, ao mesmo tempo que viabilizou a criação de cavidades internas; fundamentais para a ressonância acústica.

No entanto, a montagem exigiu um processo minucioso de colagem e alinhamento das camadas, o que garantiu que o corpo tivesse espessura e resistência suficientes para suportar a tensão das cordas e o peso dos componentes elétricos.

A cavidade interna do corpo, juntamente com os recortes em formato de “f” no tampo, trouxe uma leve ressonância ao instrumento. Embora não seja tão ressonante quanto um contrabaixo acústico, o baixo semiacústico apresentou uma sonoridade distinta e interessante, especialmente em frequências graves.

A decisão de adotar o *design fretless*, devido às dificuldades de instalação dos trastes e do tensor, resultou em um instrumento que exige maior habilidade técnica do músico, mas que oferece uma experiência sonora única. A ausência de trastes permitiu uma transição suave entre as notas e um som mais “orgânico”.

Durante o uso, foi observado que o MDF, apesar de sua resistência, é mais sensível à umidade e ao impacto em comparação com madeiras sólidas convencionais. Por isso, a proteção e o cuidado com o instrumento são essenciais para preservar a integridade e o desempenho ao longo do tempo.

O projeto demonstrou o potencial do *upcycling* na construção de instrumentos musicais, aproveitando materiais que seriam descartados, como MDF e acrílico, e reduzindo o desperdício. Esse tipo de iniciativa minimiza o impacto ambiental e também inspira soluções criativas para a reutilização de resíduos.

Embora o *upcycling* seja geralmente associado à moda, em que resíduos são transformados em peças de vestuário criativas e funcionais, o conceito se aplica de forma igualmente poderosa à música e ao *design* de instrumentos. Transformar retalhos de MDF e componentes reaproveitados em um contrabaixo elétrico dá uma nova vida a esses materiais e eleva o significado do próprio instrumento. O produto final deixa de ser apenas um objeto musical para se tornar um símbolo de sustentabilidade e inovação, mostrando que o *upcycling* pode ser aplicado em qualquer setor onde há criatividade e visão para dar propósito ao que seria descartado.



Acervo do autor

Figura 7: Demonstração de uso do contrabaixo por estudante.

O contrabaixo foi utilizado para ilustrar conceitos matemáticos e físicos e refletir sobre música, e, por ser uma forma universal de expressão transcendendo barreiras culturais e físicas, considerou-se fazer adaptações no instrumento para que também pudesse ser utilizado por pessoas com baixa visão ou cegueira, visto

que para aprender e tocar instrumentos musicais. Dessa forma, o instrumento foi adaptado para deficientes visuais, com marcações em braille ao longo do braço do baixo e o sistema de fala das notas tocadas.

A criação desse contrabaixo inclusivo, com recursos adaptados, favorece o aprendizado musical de pessoas com deficiência visual de várias maneiras. Primeiramente, a presença do sistema de áudio, que identifica as notas tocadas e as reproduz em voz alta, permite que o aprendiz tenha um retorno imediato e auditivo das notas que está executando, o que facilita a compreensão de sua relação com o instrumento e com as melodias. Essa funcionalidade é especialmente valiosa para quem não pode contar com *feedback* visual, pois apoia o desenvolvimento da memória auditiva e ajuda a criar associações sonoras mais claras para cada posição e nota do contrabaixo.

Também se considera que o uso de marcações em braille no braço do instrumento oferece um referencial tátil que permite ao músico identificar rapidamente as notas e as posições. Isso reduz a dependência de instruções verbais contínuas e incentiva a autonomia, pois o aluno pode explorar o instrumento e aprender o mapeamento das notas ao longo do braço de maneira independente e intuitiva.

Esses elementos combinados ajudam a tornar o aprendizado musical mais acessível, permitindo que pessoas com deficiência visual explorem o instrumento de maneira mais completa e desenvolvam habilidades musicais de forma autônoma. E, por ser um instrumento feito à mão por estudantes da unidade escolar, há certo vínculo de pertencimento e possibilidade criativa.

Segundo Sennett (2013, p. 19), “[...] a habilidade artesanal designa um impulso humano básico e permanente, o desejo de um trabalho bem-feito por si mesmo”. A produção artesanal é estabelecida pelo ambiente e pela sociedade em que o artesão está inserido, pelas matérias-primas disponíveis e referências culturais às quais ele está exposto. Em outros termos, ocorrem uma constituição social e uma instituição cultural das práticas artesanais (Sennett, 2013).

O instrumento pronto não é apenas uma ferramenta para fazer música, mas também um símbolo de engajamento cultural e artístico dentro do ambiente escolar. Ele oferece aos alunos a oportunidade de explorar a música e a criatividade, e pode até mesmo incentivar futuras iniciativas artísticas e sustentáveis.

O projeto mostrou como materiais reciclados podem se transformar em produtos culturais valiosos, promovendo a sustentabilidade e a criatividade na escola. O contrabaixo oferece uma oportunidade para explorar conceitos interdisciplinares e contribui para a redução de resíduos, integrando práticas sustentáveis à educação musical e à inclusão.

4. CONCLUSÃO

Este projeto cumpriu com êxito o objetivo de construir um baixo semiacústico *fretless* utilizando materiais reciclados, especificamente camadas de MDF. O instrumento resultante demonstrou o potencial do *upcycling* na criação de um item funcional e com valor artístico, promovendo a sustentabilidade e servindo como uma ferramenta educacional dentro da escola. A escolha do *design* inspirado na *Explorer*, com linhas mais retas e planas, facilitou a construção com camadas de MDF, evitando as dificuldades de curvas e angulações complexas que exigiriam maior modelagem. Essa escolha de *design* foi não apenas estética, mas também prática, visando à viabilidade da construção.

Optar por um baixo *fretless* foi tanto uma necessidade técnica quanto uma oportunidade para explorar uma experiência sonora diferenciada, com uma transição suave entre notas. A ausência de trastes e de um tensor apropriado trouxeram desafios adicionais, mas também enriqueceram o projeto com um aprendizado técnico sobre a construção de instrumentos musicais.

Embora contrabaixos *fretless* estejam disponíveis no mercado, seu alto custo geralmente ultrapassa o poder aquisitivo da maioria dos estudantes, o que motivou a criação de uma alternativa acessível. A fabricação convencional desses instrumentos exige materiais de alta qualidade e um processo minucioso, o que encarece significativamente o produto. Nesse contexto, a construção de um modelo semiacústico *fretless* por meio do *upcycling* demonstrou ser uma solução viável, além de servir como exemplo de reutilização criativa no ambiente escolar. A iniciativa enfrentou os desafios técnicos com criatividade e também incentivou práticas sustentáveis, abrindo espaço para o desenvolvimento de novos projetos educacionais.

O próximo passo do projeto é a finalização da implantação do dispositivo Arduino e das inscrições em braille no contrabaixo para que possam ser realizados testes de validação com profissionais da área, analisando a potencialidade e a aplicabilidade do instrumento como um recurso inovador e importante para a aprendizagem musical de pessoas com deficiência visual.

Os resultados mostram que, apesar das limitações, o projeto foi bem-sucedido em criar um contrabaixo que integra conceitos técnicos e amplia ferramentas educacionais. A experiência revelou a eficácia dos materiais reciclados na criação de objetos de valor, oferecendo novas oportunidades para aprendizado e expressão artística. Futuras iniciativas podem expandir essa abordagem a diferentes tipos de instrumentos e projetos, sublinhando a importância de práticas sustentáveis e inovadoras no ensino.

Referências

- ARDUINO. Musical instruments. Arduino, [s. l.], 2024.. Disponível em: <https://www.arduino.cc/education/arduino-instruments>. Acesso em: 12 ago. 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **ABNT NBR 6023**: informação e documentação – referências – elaboração. ABNT: Rio de Janeiro, 2018.
- BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM em sala de aula**: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica. Porto Alegre: Penso, 2020.
- BONILHA, F. F. G.; CARRASCO, C. R. Ensino de musicografia braille: um caminho para a educação musical inclusiva. In: XVII CONGRESSO DA ANPPOM SÃO PAULO, 2007. **Anais** [...]. São Paulo: Unesp, 2007. Disponível em: https://antigo.anppom.com.br/anais/anaiscongresso_anppom_2007/educacao_musical/edmus_FBonilha_CCarrasco.pdf. Acesso em: 25 ago. 2024.
- MANTOAN, M. T. E. **Inclusão escolar – o que é?** Por quê? Como fazer? São Paulo: Moderna, 2003.
- MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.
- MCDONOUGH, D. W.; BRAUNGART, M. **Cradle to cradle**: remaking the way we make things. New York: North Point Press, 2002.

- MORGENSTERN, E.; AGUIAR, V. **Mercado, cultura e sociedade**: As fronteiras do Design. FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DA REGIÃO DE JOINVILLE – FURJ – MANTENEDORA. Editora Univille,
- MUSIC MAESTRY. O peso das cordas do violão. **Music Maestry**, [s. l.], 2020. Disponível em: <https://musicmaestry.blogspot.com/2020/05/o-peso-das-cordas-do-violao.html>. Acesso em: 1 nov. 2024.
- NÓE, M. Vídeo matemático: Donald no País da Matemágica. **Canal do Educador**, [s. l.], [20-?]. Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/video-matematico-donald-no-pais-matemagica.htm>. Acesso em: 6 nov. 2024.
- ROSENDO JÚNIOR, M. M. A. **Musicografia Braille e sua importância na inclusão de pessoas com deficiência visual na educação musical**. 2010. 48 f. Monografia (Graduação) – Escola de Música, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/33684>.
- SEBRAE. O que é *upcycling* e como a sua empresa pode aderir a essa tendência. **Sebrae**, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/pe/arquivos/o-que-e-upcycling-e-como-a-sua-empresa-pode-aderir-a-essa-tendencia,b16ac5a262798810VgnVCM1000001b00320aRCRD>. Acesso em: 12 ago. 2024.
- SENNETT, R. **O artífice**. Rio de Janeiro: Record, 2013.

Em um mundo cada vez mais conectado, a educação precisa ir além dos conteúdos tradicionais. Este livro reúne projetos desenvolvidos por escolas da Rede SESI-SP de Ensino que aplicam a abordagem STEAM – integrando ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática – para promover o pensamento crítico, a criatividade e a resolução de problemas reais. Uma leitura inspiradora para quem acredita no poder transformador da educação interdisciplinar.

