

ENSINO DE FÍSICA COM O USO DE ARDUÍNO, IMPRESSÃO 3D E JOGOS

TEACHING PHYSICS USING ARDUINO, 3D PRINTING AND GAMES

FÁBIO LOMBARDO EVANGELISTA ^{*1}, GUSTAVO SCHWITZKI PERETTI ⁺¹,
KEMILLY SEIBEL DOS SANTOS ^{‡1}, JUCIMAR PERUZZO ^{§1}

¹Instituto Federal Catarinense - Campus Concórdia.

Resumo

A presente proposta originou-se de três projetos de extensão aplicados em 2023, planejados para serem aplicados presencialmente ao Ensino Médio público de Concórdia, Santa Catarina, visando o ensino de Física instrumentalizado pela impressão 3D, Arduino e jogos. A ideia foi verificar quais as características necessárias à construção e aplicação de uma atividade didática com o uso da impressão 3D, Arduino e jogos para o ensino de Física a alunos das escolas públicas. Quanto à metodologia, adotou-se a abordagem qualitativa, delineada pelo Estudo de Campo. Os conceitos foram trabalhados de forma prática e dialogada, com o auxílio do Arduino Mega, plataformas de design 3D virtuais e impressão 3D relacionadas ao conceito de lançamentos horizontais e oblíquos. Como resultados tornou-se o ensino mais dinâmico e lúdico, direcionando o olhar, o interesse, as inquietações e questionamentos dos alunos para este campo científico e tecnológico.

Palavras-chave: Arduino. Física. Extensão. Impressão 3D. Jogos.

*fabio.evangelista@ifc.edu.br

[†]gustavoperetti11@gmail.com

[‡]kemi.seibel@gmail.com

[§]jucimar.peruzzo@ifc.edu.br

Abstract

The present proposal originated from three extension projects applied in 2023, planned to be applied in person to the public high school in Concórdia, Santa Catarina, aiming at teaching Physics instrumentalized by 3D printing, Arduino and games. The idea was to verify the characteristics necessary for the construction and application of a didactic activity with the use of 3D printing, Arduino and games for teaching Physics to public school students. As for the methodology, a qualitative approach was adopted, outlined by the Field Study. The concepts were worked on in a practical and dialogic way, with the help of Arduino Mega, virtual 3D design platforms and 3D printing related to the concept of horizontal and oblique launches. As a result, teaching became more dynamic and playful, directing students' gaze, interest, concerns and questions to this scientific and technological field.

Keywords: *Arduino. Physics. Extension. 3D Printing. Games.*

I. INTRODUÇÃO

Este artigo tem origem das aplicações de três projetos de extensão do Instituto Federal Catarinense *Campus* Concórdia (IFC). Tais iniciativas foram intituladas como Ensino de Física, Arduino e Impressão 3D para Escolas Públicas (Edital IFC 36/2022), Alfabetização Tecnológica e Científica: Física, Arduino e Impressão 3D para Escolas Públicas (Edital IFC 54/2022) e Ensino Científico e Tecnológico para Escolas Públicas (Edital IFC 22/2022).

Ao posicionar os trabalhos aqui desenvolvidos como extensões, eles são entendidos como serviços à comunidade externa por professores e alunos preparando e aplicando atividades para um público específico. O planejamento dessas ações parte das necessidades sociais e é realizado por meio de cursos específicos para estreitar o relacionamento da comunidade com a instituição que oferece a proposta (ARAÚJO; BARROS, 2019).

Em termos de interação aluno-aluno, a comunicação estabelecida pode ser vista como um meio de aproximá-los. O uso de uma fala própria facilita a filiação a grupos que os identificam com seus pares, permitindo a troca de experiências e conhecimentos, além de propiciar a exposição a diferentes formas de pensar e agir, facilitando novas reflexões coletivas (CANTO; SCHWARZ; MELLO, 2021).

Com relação à aplicação de atividades experimentais apoiadas por novas tecnologias, acredita-se que elas podem ajudar a motivar os alunos, fazê-los observar determinada situação da mesma forma, enxergando um ponto comum, conduzindo-os a possíveis relações ou variáveis de interesse (EVANGELISTA, 2019). Nesse sentido, Alves Filho (2000 p.262-263) fala que a atividade experimental é um objeto de ação que, manipulado didaticamente pelo professor, irá se inserir no discurso construtivista facilitando a indução do fenômeno didático que objetiva o ensino de saberes. Ao visualizar a aplicação de certos conceitos, em alguns casos, pode fazer a diferença entre o sucesso e o fracasso no aprendizado do aluno.

As relações criadas pelo uso da tecnologia podem ser utilizadas para proporcionar uma nova visão de mundo, provocar um realinhamento cognitivo, modificar formas de pensar

e se comportar possibilitando uma adaptação mútua entre os mundos externo e interno (PIETROCOLA, 2001). Equipados com a capacidade de visualizar conceitos por meio de experimentação didática e técnica, os alunos são constantemente imersos em um ambiente desafiador e motivador para a criação de objetos ideais e sua colocação em prática.

Usar essa flexibilidade para promover a criatividade certamente levará o desenvolvimento cognitivo a outro patamar, principalmente quando o estudo de conceitos físicos estiver atrelado com eletrônica, linguagens de programação, criação de modelos impressos em 3D e jogos. Portanto, uma aula que inclua artefatos tecnológicos parece ser um bom desafio, pois permite aos alunos o acesso a conhecimentos relacionados à alta tecnologia e também desperta o desejo de aprender, atribuindo-lhe uma significativa importância (OSTERMANN; MOREIRA, 2000).

Sendo assim, para proporcionar a introdução a lógica de programação, ensinar os passos necessários para criação de modelos tridimensionais e impressões em 3D, montagem de protótipos em uma plataforma eletrônica e o estudo de Física, o presente trabalho buscou responder a seguinte questão: Quais características devem constar em uma oficina didática para estudar lançamentos horizontal e oblíquo com o uso da impressão 3D, Arduino e jogos a alunos de nível médio?

Para tanto, este artigo encontra-se organizado em cinco seções. Na segunda tem-se um breve levantamento de como o ferramental pedagógico escolhido vem sendo estudado na literatura específica. A terceira seção trata da preparação e construção da oficina didática. A quarta fala dos resultados e a quinta é destinada as considerações finais.

II. BREVE LEVANTAMENTO NA LITERATURA

O Arduino é uma plataforma popularmente consolidada, principalmente entre os engenheiros e técnicos em eletrônica (ARDUINO, 2023). Seu código é continuamente aprimorado por meio de exemplos, tutoriais, fóruns e grupos em todo o mundo, o que acaba por ampliar ainda mais sua aplicabilidade (*ibid*). Ao efetuar a pesquisa bibliográfica dos instrumentos utilizados, encontrou-se um levantamento preliminar realizado por Moreira (2018) entre os anos de 2013 e 2017. O texto mostra que a escolha do microcontrolador ocorre devido à sua disponibilidade gratuita, simplicidade, ampla aplicação e acesso a tutoriais online que permitem criações interessantes (MOREIRA et al., 2018).

É notório que na área do ensino de Física, observa-se um crescente uso de experimentos de baixo custo para atender às necessidades materiais e metodológicas, buscando laboratórios equipados com interfaces interativas que estimulem o aprendizado dos alunos. Nesse contexto o Arduino aparece como uma plataforma acessível, permitindo que os próprios alunos manipulem o objeto de aprendizagem (SILVEIRA; GIRARDI, 2017). O seu uso em projetos com baixo custo é destacado, auxiliando os estudantes na compreensão de diversos conceitos físicos de forma interativa, interessante e divertida (SOUSA JR et al., 2020).

A automatização experimental no ensino de Física possibilita aos alunos complementarem as aulas teóricas, aprofundando seus conhecimentos em métodos e técnicas, além de se familiarizarem com equipamentos de pesquisa científica (OLIVEIRA et al., 2019).

Unido a isso, a tecnologia de impressão 3D é conhecida por envolver o desenvolvimento tridimensional por meio de softwares específicos para criar modelos para serem impres-

sos. Seu uso na sala de aula pode ocorrer por meio de materiais que contribuem para o ensino e aprendizagem, podendo replicar objetos existentes ou criar peças exclusivas. Isso permite que o ambiente de ensino seja enriquecido com objetos tridimensionais inéditos, impulsionando a criatividade dos alunos (BASNIAK; LIZIERO, 2017).

No contexto educacional, a impressão 3D é aplicada em diversas áreas, como formações na área de manufatura aditiva para alunos e professores, aprimoramento do ensino e design, incentivo a criatividade e criação de artefatos que auxiliem no processo de aprendizagem. Além disso, essa tecnologia facilita a criação de tecnologias assistivas (FORD; MINSHALL, 2019).

Seu uso no ensino tem demonstrado resultados positivos, como a melhora na concentração, criatividade, habilidades de aprendizado autônomo, desenvolvimento da visão espacial e capacidade de resolver problemas, bem como o incentivo à cooperação entre os estudantes. O contato com essa tecnologia motiva-os a tornarem o conceitual e abstrato em realidade tangível, estimulando a memória e a compreensão de teorias com maior profundidade e promovendo uma aprendizagem ativa (CHEN; CHENG, 2021).

Com relação ao uso de jogos no ensino de Física, verificou-se uma tendência em trabalhos no campo virtual (DINIZ; PASTORIO, 2023) e uso de smartphones (PSZYBYLSKI; MOTTA; KALINKE, 2020). No entanto, a atualidade não eliminou o uso de tabuleiros, dominós, bingo, jogo da memória, entre outros (FONTES et al, 2016). Essas opções ainda oferecem oportunidades de tornar a sala de aula um ambiente mais dinâmico e atrativo ao aluno. Desse ponto de vista, o uso de jogos prontos no ensino pode ser vantajoso, pois já possuem regras e peças definidas que podem ser adaptadas ao contexto pedagógico. Tal simplicidade torna a sala de aula mais dinâmica e atraente, estimulando o interesse dos alunos e contribuindo para uma melhor qualidade de ensino (*ibidem*). Além disso, outra opção é usar jogos já adaptados para temas específicos, como os relacionados à Física, disponíveis em lojas e mercados especializados (ESMERALDO; LIMA; CAVALCANTE NETO, 2021).

A utilização de plataformas, aplicativos, ferramentas digitais, incluindo jogos de perguntas e respostas, também pode reduzir a defasagem do ensino e aumentar a interatividade e aplicação dos conceitos no dia a dia (OLIVEIRA; PINHEIRO; LIMA, 2022). Essas estratégias envolventes incentivam a competição e motivam os alunos por meio de questões relacionadas a situações cotidianas, desenvolvendo sua capacidade de imaginação e motivando um salutar desafio. Em suma, os jogos podem oferecer uma abordagem divertida e descontraída na apresentação de conceitos, tornando o ambiente de estudo mais dinâmico e prazeroso (CARVALHO; CARVALHO; BATISTA, 2022).

III. DESENVOLVIMENTO

A metodologia deste trabalho caracterizou-se pela natureza do estudo de campo. Embora existam procedimentos usuais nesse modelo, os passos definidos não podem ser redigidos com precisão. A especificidade de cada estudo acaba por ditar os passos. No entanto, existem algumas etapas que podem ser assistidas na maioria dos ensaios dessa natureza (GIL, 2002).

Na pesquisa de campo, são utilizados instrumentos como questionários e observações, por isso é necessário reaplicá-los antes de utilizá-los. Se faz interessante formular uma

aplicação a priori, testar o vocabulário utilizado nas questões a fim de verificar se são compreensíveis e garantir que as observações feitas sejam de fato possíveis de verificar (GIL, 2002).

Estudos de campo tendem a utilizar diferentes formas de coleta de dados, onde os procedimentos analíticos tendem a ser principalmente qualitativos. A análise fenomenológica surgiu como uma opção para a compreensão dos eventos, a fim de focar a atenção da pesquisa mais no processo do que no produto. Da mesma forma, a abordagem qualitativa do estudo (FREITAS; JABBOUR, 2016) pareceu ser a mais adequada para analisar o fenômeno educacional vivenciado.

III.1. Preparação da Atividade Experimental

A aplicação das aulas para as escolas convidadas ocorreu na forma presencial. Pela necessidade de um espaço físico com computadores, projetor multimídia e acesso à internet, os locais escolhidos foram os laboratórios de Física e Informática do IFC *Campus* Concórdia. Para cada turma visitante houve a aplicação de apenas uma aula com duração de 2 horas. Isso decorreu devido as dificuldades encontradas pelas escolas em organizar os detalhes para a visita, como o transporte e o calendário escolar.

Isso influenciou tanto na escolha do conteúdo quanto na metodologia de aula adotada. Nesse sentido, durante as reuniões do projeto chegou-se à conclusão que os encontros precisavam ser objetivos, com linguagem acessível que proporcionassem algo lúdico e de fácil compreensão. Uma das características foi focar mais na qualidade do que na quantidade de itens estudados durante o processo. A atividade precisava ser maleável o suficiente para respeitar a velocidade de aprendizado de cada grupo escolar.

Nesse sentido, foi desenvolvido o design 3D de um braço de alavanca resistente e de fácil construção com a ideia de promover um momento recreativo com a montagem e programação de um protótipo de catapulta (Figura 01). A montagem da catapulta atrelou-se ao encaixe de uma alavanca em sua base, desenhada e impressa em 3D¹.

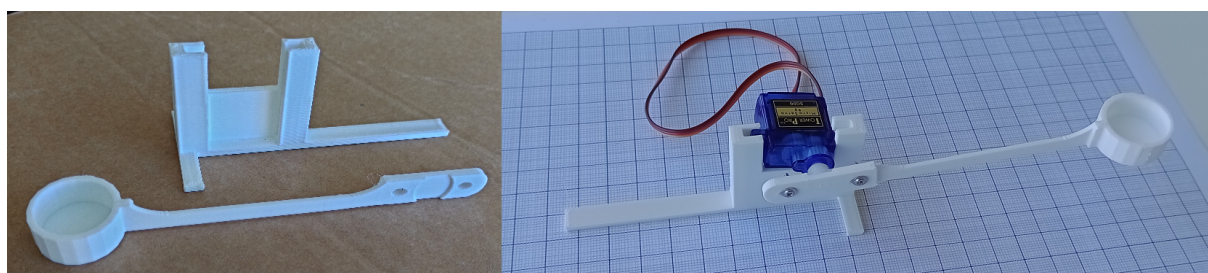


Figura 1: Catapulta impressa em 3D. Fonte: os autores (2024).

A parte teórica foi lecionada com o auxílio da prática experimental, tendo-se em vista que os assuntos lecionados, lançamentos horizontal e oblíquo, costumam ser parte da Física no primeiro ano do Ensino Médio. Ao todo foram aplicados de três modalidades de jogos

¹O design pode ser acessado pelo link da plataforma online Tinkercad: <<https://www.tinkercad.com/things/jBMeQHHCfR5\>>.

que serão melhor explicados na próxima seção. O primeiro utilizou blocos de programação impressos, o segundo um jogo semelhante aos *Angry Birds* (série de jogos desenvolvidos pela empresa finlandesa Rovio Entertainment) e o terceiro um painel com cartões de papel.

Outro desafio foi ensinar aos alunos desde como abrir a plataforma online Tinkercad até realizar a primeira programação no Arduino. Para a atividade proposta era necessário que o código fonte definisse um movimento rápido do micro servo motor de 0° a 90° , responsável pelo lançamento horizontal dos projeteis. Estes foram confeccionados em 3D² e embasados nos personagens de um jogo eletrônico chamado *Angry Birds* (Figura 02).



Figura 2: Modelos impressos em 3D. Fonte: os autores (2024).

Chegou-se ao consenso da necessidade de organizar os estudantes em grupos e entregar dois kits experimentais para cada, um para o estudo do lançamento horizontal e outro para o lançamento oblíquo. Dessa forma, sendo dez kits que continham os seguintes itens (Figura 03)³:

Kit lançamento horizontal

- Jumpers (fios para conexão).
- 1 micro servo motor 9g.
- 1 placa de Arduino mega 2560 com cabo USB 2.0.
- 1 Fonte DC Chaveada 9V 1A Plug P4.
- Modelos impressos em 3D dos Angry Birds.
- Partes impressas em 3D da catapulta.

Kit lançamento oblíquo

- Modelos impressos em 3D dos Angry Birds.
- Catapulta impressa em 3D (APÊNDICE A3).
- Cubo de papelão.
- Modelos impressos em 3D dos Angry Birds.

O jogo, denominado Encontre o Par, foi aplicado ao final da aula, para revisar os conceitos de Física estudados durante a aula. Para isso, foi elaborado um painel de papel

²O design pode ser acessado pelo link da plataforma online Tinkercad: <<https://www.tinkercad.com/things/2Pe7tWIqXaq\>>.

³O design pode ser acessado pelo link da plataforma online Tinkercad: <<https://www.tinkercad.com/things/66u2fmRBiO5>>.

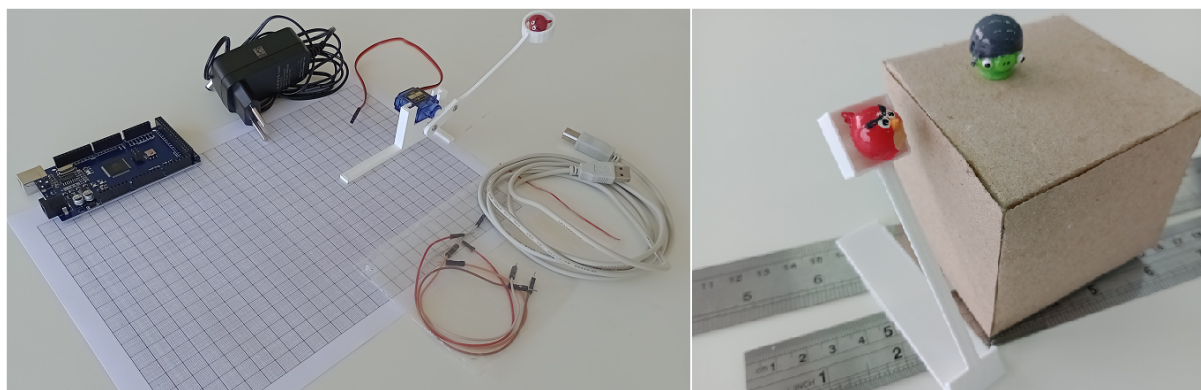


Figura 3: Kits do lançamento horizontal (esquerda) e oblíquo (direita). Fonte: os autores (2024).

com gavetas que guardavam cartões. Nestes estavam escritos partes dos assuntos de lançamento horizontal e oblíquo (Figura 04). O painel foi fixado na frente da sala e ao seu lado havia uma projeção de multimídia em que haviam outras partes dos assuntos. Os alunos escolhiam um cartão e tentavam descobrir com qual assunto projetado ele tinha relação. Os slides usados durante o jogo encontra-se no Apêndice B.



Figura 4: Painel e projeção referente ao jogo. Fonte: os autores (2024).

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os projetos de extensão citados auxiliaram na preparação de quatro alunos bolsistas e dez voluntários. Ao todo foram alcançados 361 participantes, oriundos de 9 escolas de Concórdia e regiões vizinhas.

As escolas participantes foram as seguintes:

1. (Irani, SC) - EBM Sebastião Rodrigues de Souza.

2. (Água Doce, SC) - EEB Ruth Lebarbechon.
3. (Concórdia, SC) - Polo de Altas Habilidades.
4. (Capinzal, SC) - EEB São Cristóvão.
5. (Ipira, SC) - EEB Escola Carlos Fries.
6. (Irani, SC) - EEB Dom Felício César da Cunha Vasconcelos.
7. (Lindóia do Sul, SC) - EEB Pe. Izidoro Benjamim Moro.
8. (Peritiba, SC) - EEB Anunciata Sperandio.
9. (Seara, SC) - EEB Raimundo Corrêa.

A primeira aula foi ministrada pelo professor coordenador dos projetos e as demais pelos integrantes dos projetos. A recepção das escolas seguiu um itinerário pré-estipulado, nessa perspectiva, inicialmente os visitantes eram recebidos no IFC, onde a chegada era registrada com fotos, os alunos preenchem uma lista de presença e eram encaminhados ao laboratório. Ao chegar no local, organizavam-se em grupos com três pessoas e então, iniciava-se a atividade experimental. O encontro foi organizado da seguinte maneira:

- Iniciar com a apresentação da catapulta montada e funcionando, evidenciando que o protótipo será construído em aula;
- A partir dessa apresentação, relacionar o experimento com os conceitos do lançamento horizontal: O que é? Qual é a diferença entre as grandezas escalares e vetoriais? Como estudar o movimento quando a trajetória forma uma parábola? O que é gravidade e aceleração? Qual é a velocidade inicial do projeto? O que pode ser feito para aumentar o alcance? Entre outros.
- Apresentar as partes do aparato: Arduino com a programação instalada, servo motor, jumpers, partes impressas em 3D;
- A partir dos componentes apresentados, iniciar a montagem do experimento, instruindo os alunos passo a passo.
- Com o experimento funcionando, propor um desafio para os alunos: tentar acertar um alvo utilizando o projétil e a catapulta.
- Explicar que há uma programação por trás do funcionamento da catapulta e distribuir um jogo com blocos de programação (Figura 05). O objetivo era fazer com que os alunos ordenassem os blocos corretamente.
- Realizar uma revisão e correção da atividade. Na sequência, fazer a apresentação e explicação do código fonte da programação Arduino na lousa (Apêndice A).

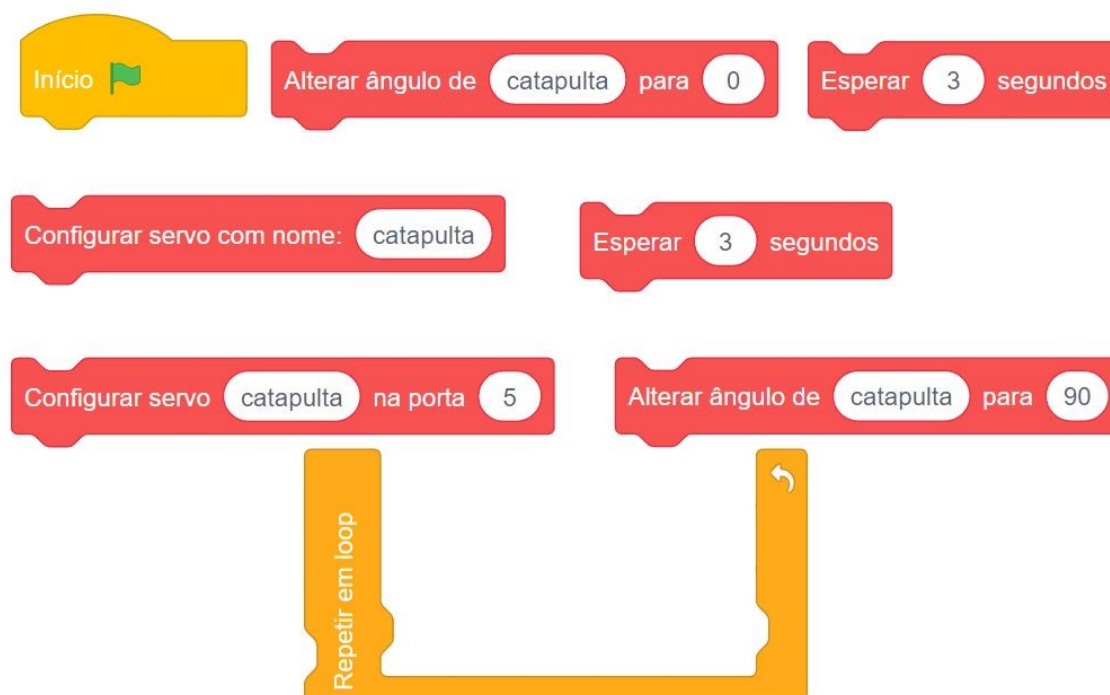


Figura 5: Blocos de programação entregue aos Alunos. Fonte: os autores (2024).

- Evidenciar que as peças da catapulta foram planejadas e impressas em 3D. Explicar que o seu design foi feito na plataforma online Tinkercad, mostrando seu objetivo e funcionalidade. Apresentar o site Thingiverse, que possui diversos modelos 3D gratuitos. Fazer a demonstração de um dos passos essenciais para impressão, o fatiamento, no caso utilizou-se o UltiMaker Cura, um software responsável por transformar um modelo 3D em camadas que quando sobrepostas formam o objeto que será impresso.
- Para a atividade experimental de lançamento oblíquo, distribuir as catapultas que realizam lançamento de 45° (Figura 01) e explicar o conteúdo: Qual é o tipo da trajetória? Qual é a velocidade na altura máxima? Qual é a relação entre o tempo de subida e o tempo de descida? Qual ângulo de lançamento permite maior alcance? Entre outros.
- Com as catapultas, propor o jogo semelhante ao *Angry Birds* (Figura 03), em que o desafio era acertar um alvo (porquinhos) com o projétil (passarinho). Entregar também pequenas caixas para modificar o experimento, alterando a altura do alvo. Questionar quais variáveis influenciam no alcance do passarinho.
- Apresentar a proposta do jogo Encontre o Par, manter a divisão de grupos ou realizar outra divisão, sortear a ordem em que os grupos jogam. A cada rodada, explicar brevemente o motivo da resposta estar incorreta ou correta. Apresentar a proposta do jogo Encontre o Par, manter a divisão de grupos ou realizar outra divisão, sortear a ordem em que os grupos jogam. A cada rodada, explicar brevemente o motivo da resposta estar incorreta ou correta.

Por vezes, não havia tempo hábil para apresentar a atividade experimental completa. Nesses casos, o grupo optava em lecionar apenas o lançamento horizontal. A escolha ocorreu por ser o que envolvia o Arduino, visto que a atividade de lançamento oblíquo fazia uso apenas da impressão 3D. Sendo assim, o jogo Encontre o Par apresentava duas versões, uma para cada ocasião (Tabela 01).

Do início ao meio do projeto, que ocorreu no mês de julho, com a intenção de verificar quais as percepções discentes com relação as atividades aplicadas e o modo como foram conduzidas, ao final da aula foi entregue um pequeno questionário em que era perguntado se acharam a aula boa, razoável ou ruim (Tabela 02) e se conheciam o Arduino e a impressão 3D (Figura 06). Foi questionado também se eles recordavam o estudo do respectivo assunto de Física.

No entanto, é importante ressaltar que no período compreendido entre o meio e fim do projeto, as escolas visitantes dispunham de menos tempo para as apresentações. Aliado a isso, os alunos colaboradores do trabalho não estavam com a mesma disponibilidade de tempo que antes, pois tinham que dar conta dos estudos e atividades avaliativas relativas ao IFC. Dessa forma, não foi possível aplicar os questionários de forma eficiente e confiável, com muitos visitantes não respondendo ou respondendo parcialmente as questões.

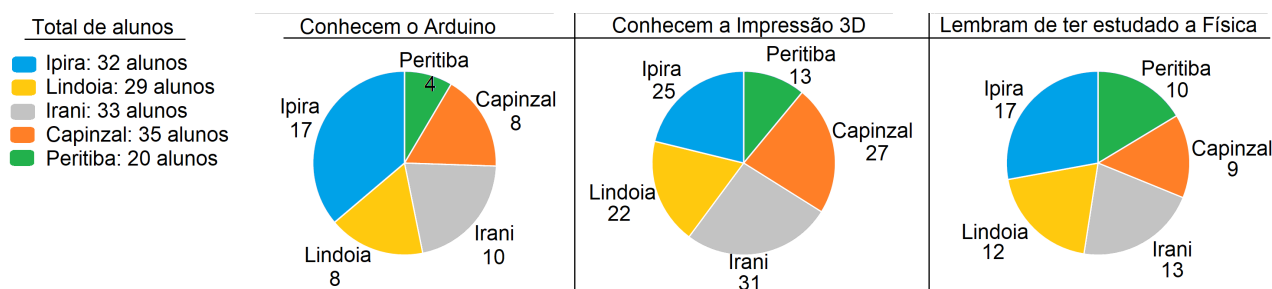


Figura 6: Respostas dos alunos. Fonte: os autores (2024).

Conforme o resultado observado (Figura 06), é possível perceber que mesmo o Arduino e a impressora 3D serem amplamente difundidos, muitos dos alunos das escolas visitantes desconhecem essa realidade. Verifica-se também que grande parte dos estudantes não lembrava de ter estudado esse conteúdo em sala de aula.

Ao verificar a ampla satisfação dos visitantes, tem-se um indicativo de que foram assertivas as características necessárias para aplicação da oficina didática. Mesclar o ensino de Física com o uso da impressão 3D, Arduino e jogos, seguindo a metodologia de aula proposta, que intercalou a prática com a teoria de maneira interativa e divertida, demonstrou ser uma boa possibilidade para o ambiente pedagógico de sala de aula.

Sendo assim, esta proposta defende que explorar atividades incluindo artefatos tecnológicos se faz interessante na medida em que permite o acesso aos conhecimentos relacionados às altas tecnologias, despertando o desejo em aprender, lhe atribuindo uma significativa importância. A Física trabalhada dessa maneira capta a atenção do aluno, oferecendo condições favoráveis para a compreensão dos conceitos estudados.

É possível afirmar que além da alfabetização digital, aumentam a autonomia dos alunos ao permitir construir e programar o aparato experimental, ensinam a trabalhar e a colaborar

Tabela 1: Correlação das respostas do jogo. Fonte: O Autor (2024).

Lançamento Oblíquo		Lançamento Horizontal	
Respostas presentes nos Cartões de Papel	Respostas presentes nos Slides	Respostas presentes nos Cartões de Papel	Respostas presentes nos Slides
Trajectoria do lançamento oblíquo	Parábola	Trajectoria do lançamento horizontal	Parábola
Deslocamento =	$V_x \cdot (2 \cdot t \text{ de subida})$	Deslocamento =	$V_x \cdot (t \text{ de descida})$
Unidade da aceleração	$(m/s)/s$	Unidade da aceleração	$(m/s)/s$
Grandeza vetorial possui	Módulo, direção e sentido	Grandeza vetorial possui	Módulo, direção e sentido
Grandeza escalar possui	Módulo e unidade	Grandeza escalar possui	Módulo e unidade
Aceleração	Variação da velocidade pelo tempo	Aceleração	Variação da velocidade pelo tempo
Aceleração	Grandeza vetorial	Aceleração	Grandeza vetorial
Tempo	Grandeza escalar	Tempo	Grandeza escalar
Figura com exemplo de decomposição vetorial	Exemplo de decomposição vetorial	Figura com exemplo de decomposição vetorial	Exemplo de decomposição vetorial
Velocidade horizontal	Constante	Velocidade horizontal	Constante
Aceleração na altura máxima	g	Aceleração inicial	g
Velocidade na altura máxima	V_x	Velocidade inicial	V_x
Centímetros	Metros $\div 100$	Velocidade vertical inicial	0
Tacada de golfe	Exemplo de lançamento oblíquo	Lançamento de avião bombardeiro	Exemplo de lançamento horizontal
km/h	$\div 3,6 = m/s$		
Ângulo de lançamento de maior alcance	45°		
Tempo de subida =	Tempo de descida		
1 Hora	3600 segundos		
Velocidade vertical inicial	$V \cdot \sin \theta$		
Velocidade resultante	$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$		

em equipe, ajudam a desenvolver a criatividade e tornam o ensino mais flexível. Na verdade,

Tabela 2: *Respostas dos alunos. Fonte: os autores (2024).*

ESCOLAS	Total de alunos	Aula boa	%	Aula razoável	%	Aula ruim	%
Peritiba	20	18	90,0%	2	10,0%	0	0%
Capinzal	35	35	100%	0	0,0%	0	0%
Irani	33	33	100%	0	0,0%	0	0%
Lindóia do Sul	39	29	100%	0	10,0%	0	0%
Ipíra	32	29	90,6%	3	9,38%	0	0%

muitas barreiras são quebradas quando os alunos conseguem encontrar significado naquilo que estão aprendendo e conseguem perceber que o conhecimento adquirido é aplicável.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entende-se que o tema é pertinente por descrever uma iniciativa inovadora, fazendo uso do Arduino e Impressão 3D, duas tecnologias que vem ocupando espaço relevante no Ensino de Física. Somado a isso, o uso dos jogos viabilizou atividades divertidas atreladas aos conceitos científicos e práticas tecnológicas.

A aula seguiu um roteiro pré-definido, em que primeiramente demonstrou-se para a turma o aparato experimental montado e em funcionamento, para então, com base no observado, apresentar o assunto lançamento horizontal e oblíquo. A sequência foi estruturada de forma a promover a aprendizagem ativa e colaborativa com o envolvimento dos alunos na montagem e operação do experimento. Para revisar o que foi estudado finalizou-se com a aplicação de um jogo de perguntas e respostas. Essa abordagem mostrou-se eficaz em motivar os alunos e ajudá-los a entender a aplicação dos conceitos de Física. Acredita-se que o objetivo foi alcançado, pois a satisfação relatada pelos discentes sugere que houve uma maneira adequada de criar e aplicar a oficina didática.

Os encontros foram ministrados pelos integrantes do projeto, estudantes do ensino médio, com exceção da primeira, realizada pelo orientador. Outro ponto interessante a ser ressaltado, é que a programação e a montagem do circuito com Arduino foi executado pelo próprio público, ou seja, o aparato era entregue desmontado, sendo necessário a construção do experimento a ser utilizado.

Com o uso dos jogos, buscou-se promover o diálogo discente para favorecer as relações pessoais dos grupos. Motivou-se constantemente a troca de experiências e conhecimentos fomentando novas reflexões coletivas (CANTO; SCHWARZ; MELLO, 2021). Os projetos, além dos bolsistas, contaram com a participação de alunos voluntários do IFC. Estes obtiveram como retorno horas de atividades complementares, uma realidade obrigatória para os alunos desta instituição.

Com relação ao impacto causado ao público-alvo, por meio de conversas realizadas com os professores das escolas visitantes, percebeu-se que a condução das oficinas foi positiva. De forma geral, relatou-se que os alunos demonstraram grande interesse e curiosidade ao

retornarem às suas escolas e ao revisarem os assuntos trabalhados no IFC. Mesmo diante do desconhecimento predominante das tecnologias utilizadas, os alunos aprovaram a forma como foram conduzidas as atividades ofertadas.

A tecnologia utilizada tem o potencial de ajudar os alunos a desenvolver habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas, pois eles precisam ser capazes de identificar problemas, formular hipóteses e testar soluções. Também podem ajudar os alunos a desenvolver habilidades de comunicação, pois eles precisam ser capazes de explicar seus pensamentos e ideias para os outros. O uso de Arduino e impressão 3D pode ainda ajudar os alunos a desenvolverem habilidades de colaboração, visto que durante a prática experimental eles precisam trabalhar juntos para construir e operacionalizar os protótipos.

Ao decorrer das reuniões dos projetos, verificou-se que outras aplicações didáticas eram possíveis. Como exemplo, ao se trabalhar com o servo motor, há a possibilidade de estudar a trigonometria devido sua rotação de grau em grau, indo de 0° à 180° (alguns modelos de 0° à 360°). Ainda é possível trabalhar conceitos devido a sua rotação, relacionando a velocidade e deslocamento angular com a velocidade e deslocamento linear. Pode-se ainda desmistificar o círculo trigonométrico, atribuindo o valor unitário ao braço de alavanca e com o uso da luz emitida pelos LEDs verificar o comprimento das sombras no eixo X e Y, relacionando esses valores com os senos e cossenos dos ângulos informados pelo código de programação conferido ao servo motor. Isso mostra que essas tecnologias têm o potencial de serem utilizadas em uma ampla variedade de projetos educacionais.

Por fim, entende-se que poderia ter ocorrido um desenrolar diferente no que diz respeito aos conteúdos que não foram ministrados, porém ficou claro a possibilidade de fazê-los. O ensino de Física viabilizado pelo uso das tecnologias citadas auxiliou na motivação dos estudantes, estimulando a curiosidade e o trabalho em grupo. O uso de Arduino, impressão 3D e jogos no ensino de Física pareceu ser uma abordagem promissora para a aprendizagem dos alunos. Essas tecnologias podem tornar o aprendizado mais interessante e envolvente, além de ajudar os alunos a desenvolverem habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas, comunicação e colaboração.

Editora Responsável: Maria de Fátima Da Silva Verdeaux

REFERÊNCIAS

ALVES FILHO, J. P. *Atividades experimentais: Do método à prática construtivista*. f. 448. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências Naturais) Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2000.

ARAÚJO, M. V. de.; BARROS, D. Formação de professores, currículo e práticas pedagógicas no município de Aquiraz. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. v. 6, n. 5, p. 56-201, 2019. doi: <<https://doi.org/10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/pedagogia/praticas-pedagogicas>>

ARDUINO. ARDUINO. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>>. Acesso em: 06 jan.

2023.

AUTODESK (org.). *Tinkercad*. Disponível em: <<https://www.tinkercad.com/>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

BASNIAK, M. I.; LIZIERO, A. R. A impressora 3D e novas perspectivas para o ensino: possibilidades permeadas pelo uso de materiais concretos. *Revista Observatório*, v. 3, n. 4, p. 445-446, 2017. doi: <<https://doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2017v3n4p445>>.

CANTO, A. A.; SCHWARZ, S. C.; MELLO, A. G. Audioaulas como instrumento de comunicação e ensino aluno-aluno, em período de distanciamento social. *Revista Franciscana de Educação*, v. 5, n. 5, p. 8-17, 2021.

CARVALHO, J. F. M.; CARVALHO, I. S.; BATISTA, F. W. F. Desenvolvendo o jogo porco espinho da física para o ensino de física no ensino fundamental. *Revista do Professor de Física*, v. 6, n. Especial, p. 402-408, 2022. doi: <<https://doi.org/10.26512/rpf.v1i1.46001>>.

CHEN, J.; CHENG, L. The influence of 3D printing on the education of primary and secondary school students. In: *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, p. 012072, 2021.

DINIZ, V. S.; PASTORIO, D. P. Uma revisão sistemática da literatura sobre a construção e uso dos mundos virtuais 3D no ensino de Física. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 14, n. 2, p. 1-25, 2023. doi: <<https://doi.org/10.26843/rencima.v14n2a06>>.

ESMERALDO, N. F. A., LIMA, F. M. J. S.; CAVALCANTE NETO, P. E. Jogos para o ensino de Física. *Ensino Em Perspectivas*, v. 2, n. 2, p. 118. 2021.

EVANGELISTA, F. L., *Física para Pessoas com Deficiência Visual*. Concórdia, SC: Clube de Autores, 2019.

FONTES, A. D. S.; RAMOS, F. P.; SCHWERZ, R. C.; CARGNIN, C. Jogos adaptados para o ensino de Física. *Ensino, Saúde e Ambiente*, v. 9, n. 3, p. 226-248, 2016. doi: <<https://doi.org/10.22409/resa2016.v9i3.a21239>>.

FORD, S.; MINSHALL, T. Invited review article: Where and how 3D printing is used in teaching and education. *Additive Manufacturing*, v. 25, p. 131-150, 2019. doi: <<https://doi.org/10.1016/j.addma.2018.10.028>>.

FREITAS, W. R. D. S.; JABBOUR, C. J. C. O estudo de caso (s) como estratégia de pesquisa qualitativa: fundamentos, roteiro de aplicação e pressupostos de excelência. *XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. 2010. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_sto_122_790_15342.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2023.

GIL, A. C. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas. 2002.

MOREIRA, M. P. C.; ROMEU, M. C.; ALVES, F. R. V.; SILVA, F. R. O. Contribuições do Arduino no Ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 35, n. 3, p. 721-745, 2018. doi: <<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n3p721>>.

OLIVEIRA, I. N.; RAMOS, J. A. P.; SILVA, W. L.; CHAVES, V. D.; MELO, C. A. O. Estudo das propriedades do Diodo Emissor de Luz (LED) para a determinação da constante de Planck numa maquete automatizada com o auxílio da plataforma Arduino. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 42, p. e20190105, 2020. doi: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0105>>.

OLIVEIRA, E. R.; PINHEIRO, A. R. C.; LIMA, C. H. M. Quiz com Aplicativo Socrative para o Desenvolvimento de Conceitos de Física Moderna. *Revista do Professor de Física*, v. 6, n. 3, p. 12-32, 2022. doi: <<https://doi.org/10.26512/rpf.v6i3.42702>>.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa Física moderna e contemporânea no ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 5, n. 1, p. 23-48, 2000.

PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo. In Pietrocola, M. (org), *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa abordagem integradora*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

PSZYBYLSKI, R. F.; MOTTA, M. S.; KALINKE, M. A. Uma revisão sistemática sobre as pesquisas realizadas em programas de mestrado profissional que versam sobre a utilização de smartphones no ensino de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 37, n. 2, p. 406-427, 2020. doi: <<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n2p406>>.

SILVEIRA, S.; GIRARDI, M. Desenvolvimento de um kit experimental com Arduino para o ensino de Física Moderna no Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 39, n. 4, p. e4502, 2017. doi: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0287>>.

SOUSA JUNIOR, I. V.; MIRANDA, J. O. S.; NASCIMENTO, A. C. S.; ARAÚJO, F. R. V. Física experimental com Arduino: ondas em uma corda tensionada. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 42, p. e20200177, 2020. doi: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0177>>.

APÊNDICE A - CÓDIGO ARDUINO PARA CATAPULTA

```

#include <Servo.h>
Servo catapulta;
void setup(){
  catapulta.attach(5);
}
void loop(){
  catapulta.write(0);      //servo motor ângulo de 0 grau.
  delay(3000); // atribui um tempo de 3 segundos para carregar a catapulta.
  catapulta.write(90);    //servo motor para ângulo de 90 graus, lançamento horizontal.
  delay(3000);
}

```

APÊNDICE B - RELAÇÕES CONCEITUAIS DO JOGO ENCONTRE O PAR

Tabela das respostas						
×	V_x	Grandeza Escalar	Tempo de descida	$\frac{m}{\frac{s}{s}}$	÷3,6	×
×	g	Grandeza Vetorial	$V_x \cdot (2 \cdot t \text{ de subida})$	Módulo, direção e sentido	Variação da velocidade pelo tempo	×
×	Constante	45°	Exemplo de lançamento oblíquo	*3600	V · senθ	×
×	Exemplo de decomposição vetorial	Módulo e unidade	÷100	Parábola	$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$	×

Figura 7: Slide lançamento oblíquo projetado na lousa. Fonte: os autores (2024).

Tabela das respostas

V_x

Grandeza Escalar

Parábola

$\frac{m}{\frac{s}{s}}$

g

Grandeza Vetorial

$V_x \cdot t$ de subida

Módulo, direção e sentido

Constante

Exemplo de decomposição vetorial

Exemplo de lançamento horizontal

Módulo e unidade

0

Varição da velocidade pelo tempo

Figura 8: Slide lançamento horizontal projetado na lousa. Fonte: os autores (2024).

x

Como jogar?

A dinâmica do jogo é a seguinte:

O integrante do grupo escolherá um cartão com um conceito;
O cartão da tabela será virado para que possa ser lido;
O integrante tentará encontrar o conceito correspondente projetado;
Se o integrante acertar, ponto para o grupo;
Caso contrário, outros grupos podem tentar acertar.

A revisão será feita durante o jogo.

Vamos para o jogo?

x

Figura 9: Slide regras do Jogo. Fonte: os autores (2024).