A GERAÃ?Ã?O EÃ?LICA NO ENSINO LÃ?DICO DA FÃ?SICA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2024.5129

Autores: *LAURA MARTIN DA SILVA WERNECK, LEONARDO GABRIEL MURARO BECHE, LEONARDO MARCAL ODA VICENTE, PAULO ROBERTO DE MOURA, MARIA CLAUDIA DE ALMEIDA CASTRO, MAURO TAVARES PERAçA, ANDRE LUIS DALCASTAGNE, ANDERSON ALVES, DANIEL LOHMANN, ALEXANDRE LEIZOR SZCZUPAK*

Resumo: *O ensino tradicional de FÃsica apresenta algumas dificuldades que dificultam a sua compreensÃ£o. O ensino lÃºdico surge como alternativa para despertar o interesse dos estudantes, ajudando a melhorar o aproveitamento das aulas atravÃ©s de atividades dinÃ¢micas. Por conta disso, o Instituto Federal de EducaÃ§Ã£o, CiÃªncia e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) e o Instituto Estadual de EducaÃ§Ã£o de Santa Catarina (IEE) se uniram em uma colaboraÃ§Ã£o, que tem como objetivo usar a EletrÃ´nica como uma ferramenta motivadora e facilitadora do estudo de FÃsica para os estudantes do Ensino MÃ©dio do IEE. Este relato retrata a criaÃ§Ã£o de um protÃ³tipo de gerador eÃ³lico de pequeno porte e baixo custo, desenvolvido para o estudo de geraÃ§Ã£o e de eficiÃªncia energÃ©tica. Mostra-se como o protÃ³tipo foi desenvolvido e os benefÃcios obtidos atravÃ©s de seu uso como ferramenta para o ensino de fÃsica junto aos estudantes do ensino mÃ©dio do IEE.*

Palavras-chave: *fÃsica, eletrÃ´nica, ensino lÃºdico*

A GERAÇÃO EÓLICA NO ENSINO LÚDICO DA FÍSICA

1 INTRODUÇÃO

A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) vigente, tem como uma competência específica analisar os processos tecnológicos segundo as relações entre matéria e energia (Brasil, 2018, p.540), buscando desenvolver habilidades em soluções para as demandas de geração, distribuição e consumo de energia elétrica (Brasil, 2018, p.541).

Nesse contexto, o estudo da Física pode parecer, para muitos estudantes, desafiador. Essa percepção pode ser originária de uma aparente desconexão de suas vivências com os temas tratados nas atividades escolares, indicando que os estudantes têm dificuldades em conectar suas aulas de Física com suas experiências de vida. Sendo assim, encontrar modos de fazer os estudantes perceberem as conexões da Física em seu cotidiano, é um possível caminho para conectá-los mais fortemente aos estudos da disciplina.

A Física, por ser uma matéria que, tipicamente, demanda grande tempo de dedicação dos estudantes, apresenta desafios na sua didática. “A disciplina Física é rotulada como muito difícil, uso de fórmula e resoluções de exercícios, ou seja, não basta o professor de Física dominar os conteúdos programáticos, ele precisa, também, refletir de como estimular o interesse dos alunos” (Berquo; Santos, 2020, p.1).

Por conta disso, o uso de atividades lúdicas no ensino da Física aparece como uma estratégia que pode ser eficaz para tornar os conceitos físicos mais cativantes e atraentes para os estudantes, como reforça Falkemback (2007, p. 1 apud Santos et al., 2016):

> Os jogos, as atividades para exercitar a habilidade mental e a imaginação, as brincadeiras tipo desafios, as brincadeiras de rua, ou seja, toda a atividade lúdica agrada, entretém, prende a atenção, entusiasma e ensina com maior eficiência, porque transmite as informações de várias formas, estimulando diversos sentidos ao mesmo tempo e sem se tornar cansativo. Em um jogo, a carga informativa pode ser significantemente maior, os apelos sensoriais podem ser multiplicados e isso faz com que a atenção e o interesse do aluno sejam mantidos, promovendo a retenção da informação e facilitando a aprendizagem. Portanto, toda a atividade que incorporar a ludicidade pode se tornar um recurso facilitador do processo de ensino e aprendizagem.

Algumas ferramentas contemporâneas podem ser úteis para se atingir essa ludicidade. Por exemplo, equipamentos elétricos, eletrônicos, mecânicos ou que combinem aspectos de todas essas áreas fazem parte da nossa rotina e podem ser incorporados às atividades educacionais. Tais equipamentos podem ser vistos como materializações de conceitos da Física e, assim, serem fontes de estudo, debate e vivência dessa área. Um estudo assim tem o potencial de envolver estudantes na análise da Física cotidiana.

Segundo Silva, Tavares, Silva (2018, p.4):

> [...] a utilização da tecnologia deve ser encarada como mais um meio auxiliar integrante do processo de ensino e aprendizagem. É necessário explorar o que o aluno já possui de conhecimento sobre o tema abordado

na aula e, nesse sentido, sua aprendizagem se dará a partir de suas próprias experiências.

Busca-se então, através de um projeto de extensão entre o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) e o Instituto Estadual de Educação de Santa Catarina (IEE), trazer a Eletrônica como uma ferramenta motivadora e facilitadora do estudo de Física para os estudantes do Ensino Médio do IEE. Além disso, o projeto busca despertar o interesse dos estudantes do IEE pelos cursos de graduação ofertados pelo Departamento Acadêmico de Eletrônica do IFSC Câmpus Florianópolis.

A equipe do IFSC, de acordo com tópicos demandados por docentes de Física do IEE, propôs experimentos baseados em eletroeletrônica. Um deles foi um gerador eólico de pequeno porte e baixo custo, que seria usado para proporcionar, aos estudantes do ensino médio do IEE, uma plataforma de experimentação da geração de energia a partir da força do vento.

Neste contexto, o presente relato descreve o processo de criação do protótipo de um gerador eólico, desde a concepção da ideia até a utilização em aulas práticas, incluindo desafios enfrentados e soluções adotadas.

2 METODOLOGIA

A primeira etapa deste projeto de extensão consistiu em diálogos entre os docentes de Física do IEE e a equipe do IFSC. Nessas reuniões, os docentes do IEE informaram alguns dos temas que seriam abordados em suas aulas, compartilhando objetivos pedagógicos e dificuldades previstas. A equipe do IFSC pesquisou, com base nessas informações, alternativas de experimentos práticos e engajadores que facilitassem o aprendizado dos estudantes nos temas de interesse de forma lúdica.

A geração de energia foi a temática escolhida, uma vez que a equipe do IFSC a considerou uma das mais adequadas para ser demonstrada de maneira prática. Desse modo, foi proposta a criação de um pequeno gerador eólico de baixo custo.

A concepção do protótipo foi baseada na ideia de que a hélice do gerador seja construída pelo próprio estudante, de modo que em uma mesma aula prática possa se avaliar a eficiência na produção de energia dado os diferentes modelos produzidos pela turma, tornando assim o estudante um ator ativo em seu processo de ensino e aprendizagem. Para isso, foi importante pensar em uma forma simples, robusta e de fácil acesso para o acoplamento da hélice produzida pelo estudante com o gerador eólico desenvolvido. Essa etapa será melhor detalhada na seção seguinte.

Para a medição da eficiência foi desenvolvido um módulo eletrônico que obtém uma leitura proporcional à potência gerada pela rotação da hélice, processa essa informação e a representa através de um conjunto luminoso. O processo de criação desse módulo é apresentado na seção adiante.

A etapa seguinte à construção do protótipo foi sua validação pelos docentes do IEE. Essa validação foi realizada através de testes de hélices com características diferentes, construídas pela equipe do IFSC. Assim, os docentes do IEE puderam observar como o dispositivo eletrônico, criado para medir a eficiência, era capaz de apresentar os diferentes níveis de potência relativos às diferentes hélices.

Com o protótipo aprovado pelos docentes, os dispositivos começaram a ser utilizados com as diferentes turmas do ensino médio do IEE.

3 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DO GERADOR EÓLICO

Com base no conteúdo escolhido, e na atividade proposta, uma pesquisa sobre o assunto foi feita, com o objetivo de buscar compreender seus princípios, suas aplicações e as tecnologias envolvidas. A pesquisa envolveu, além do tema em si, como construir o protótipo considerando questões de eficiência e perdas mecânicas.

A partir dessa pesquisa, foi encontrado um modelo para impressão 3D com a finalidade de fabricar a estrutura física do gerador. Esse modelo foi obtido em uma plataforma online que disponibiliza projetos de impressão 3D de acesso livre. Com base no modelo (Korn, 2018) todas as peças foram impressas utilizando filamento de PLA, material amplamente usado na impressão 3D, e o primeiro protótipo para testes e aprimoramentos foi montado.

Com este primeiro modelo, iniciaram-se os testes para selecionar o motor ideal para o projeto. O que mais se adequou ao projeto foi um motor de corrente contínua (CC) de 5 V. Todos os motores foram testados com relação à eficiência para poder escolher os quatro com valores de potência mais parecidos, pois foram construídos quatro protótipos para serem entregues ao IEE, e esses protótipos tinham que ser os mais similares possível.

A partir do teste da estrutura mecânica com os motores, foi observado a necessidade de alteração de algumas partes do modelo de gerador eólico e a criação de outras. Diante disso, foi utilizado o Tinkercad (Autodesk, 2024), plataforma online gratuita que permite a criação de modelos 3D de forma simples. Dessa forma, as peças que necessitavam de alteração foram corrigidas e as novas peças necessárias foram criadas. Essas peças, bem como os códigos de programação desenvolvidos para esse projeto, estão disponíveis em nosso repositório (LPAE, 2024).

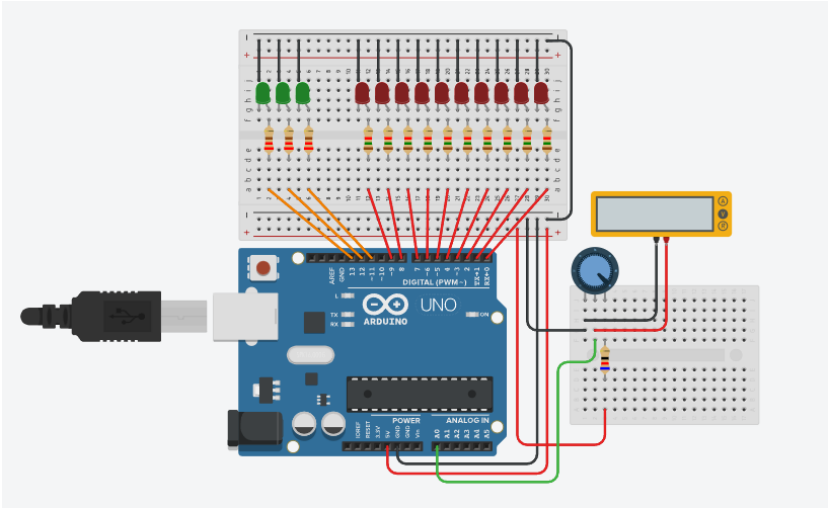
Outro estudo necessário, visando a segurança dos estudantes, foi sobre a melhor forma de acoplar as hélices no gerador. Após análise, concluiu-se que a utilização de tampas de garrafa PET seria a solução mais segura e eficiente. A escolha desse material se deu tanto por sua facilidade de obtenção quanto pela praticidade que proporciona. A troca das hélices durante as aulas demandam um processo rápido e simples, já que o tempo das aulas é limitado. Além disso, como medida de segurança, foi especificado que as hélices deveriam girar no sentido horário, evitando assim que se soltassem do gerador durante os testes. A Figura 1 mostra como esse sistema está conectado ao gerador.

Figura 1 – Encaixe da hélice.

Fonte: Autoria própria.

O método escolhido para avaliar a eficiência das hélices foi um circuito de indicação luminosa por LEDs (do inglês, *Light Emitting Diodes*), usados para indicar os patamares de potência e os níveis de eficiência dentro de cada patamar. Para processar e exibir essas informações foi utilizado uma plataforma de prototipagem eletrônica, o Arduino Uno (Arduino, 2023). Inicialmente foram feitos testes utilizando a plataforma de simulação do Tinkercad, no qual o circuito foi montado digitalmente em uma matriz de contatos e conectado a um Arduino Uno.

Figura 2 – Simulação.

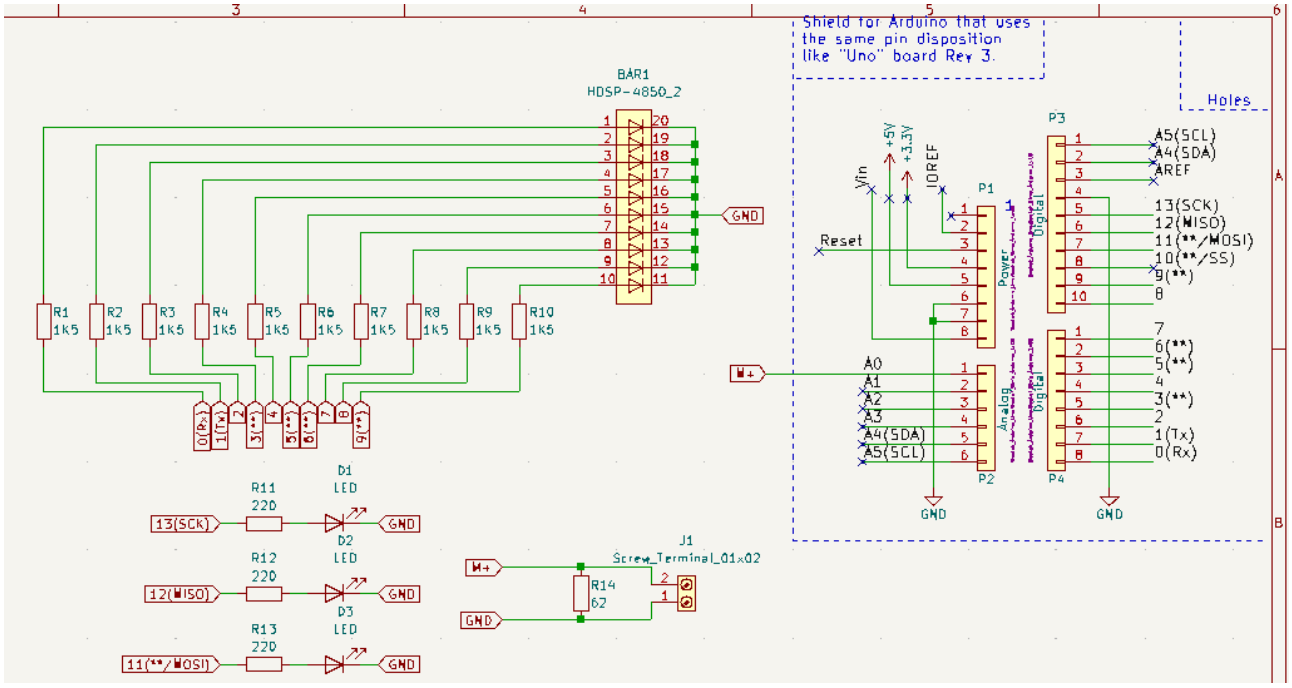


Fonte: Autoria própria.

A Figura 2 mostra o circuito montado na simulação. Nessa, foi usado um controle de tensão elétrica por potenciômetro, que tem por objetivo representar a tensão gerada pelo sistema. Os três LEDs verdes agrupados à esquerda são os marcadores das fases. Os LEDs vermelhos, agrupados à direita, são os indicadores de nível dentro de cada fase (simulam a barra gráfica de LEDs utilizada na placa final).

Após a conclusão da simulação, foram realizados testes do circuito em uma matriz de contatos e em placa de circuito impresso ilhada. Como se verificou o funcionamento também nesses suportes, partiu-se para o projeto de uma placa de circuito impresso definitiva. O esquemático e o leiaute da placa foram elaborados através de um *software* de desenho. Com base nisso, o esquemático ficou como mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Esquemático da placa.

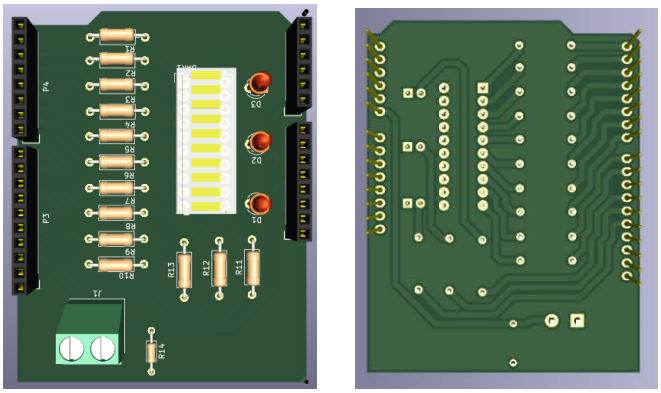


Fonte: Autoria própria.

No esquemático, é possível observar a inclusão de um modelo pré-definido do Arduino Uno, fornecido pelo próprio fabricante. Ele é representado no canto superior direito, dentro de um retângulo pontilhado. Esse modelo inclui todos os pinos do Arduino Uno e garante que o *shield*, uma placa que se conecta ao microcontrolador, esteja em conformidade com o padrão utilizado pelo Arduino Uno.

Após a elaboração do esquemático, o leiaute dos componentes e trilhas foram organizados para a fabricação da placa de circuito impresso e o desenho da placa ficou como representado na Figura 4. Nessa imagem é possível observar a parte superior da placa do lado direito e a inferior do lado esquerdo. A fabricação da placa foi feita a partir de uma máquina fresadora, construída no IFSC. Após a finalização da fabricação da placa ela foi limpa e teve seus componentes soldados.

Figura 4 – Visualização 3D da placa.



Fonte: Autoria própria.

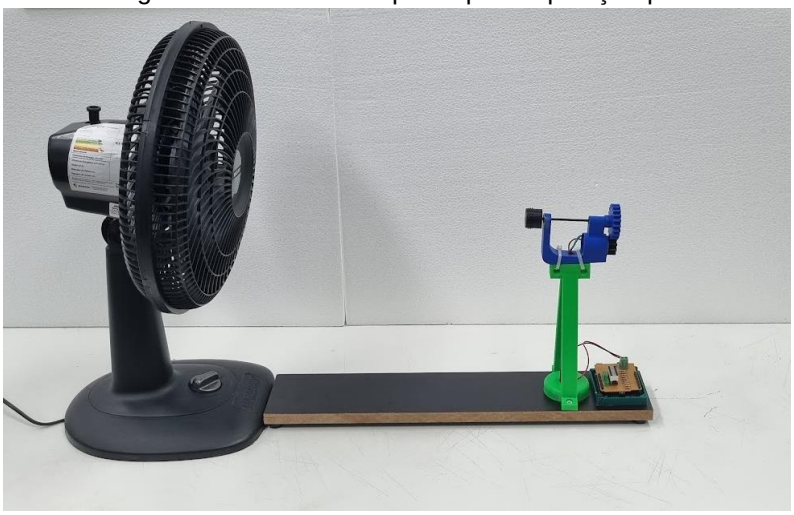
Com os sistemas mecânico e eletrônico prontos, foi possível incorporá-los e assim realizar novos testes para validar o protótipo como um todo. Após essa etapa o protótipo ficou como mostra a Figura 5.

Figura 5 – Protótipo final.

Fonte: Autoria própria.

É importante ressaltar que os 4 protótipos foram construídos de forma a serem o mais parecidos possível. Evitou-se assim divergências de resultados dependendo do protótipo utilizado. Então, além de usar motores o mais similares possível, também houve ajustes no código utilizado no Arduino Uno para corrigir pequenas diferenças existentes. Além disso, foram fornecidos ventiladores do mesmo modelo para realização dos testes, e as bases dos protótipos foram feitas com o mesmo comprimento, para serem colocadas logo à frente do ventilador, encostando nele, e assim garantir a mesma distância de operação. O ventilador, junto com ao gerador, é mostrado na Figura 6.

Figura 6 – Ventilador e protótipo em posição para teste.



Fonte: Autoria própria.

Após todos os testes e a produção dos quatro geradores eólicos de pequeno porte eles foram levados ao IEE para validação pelos docentes de Física. Com a confirmação de que o projeto atendia tanto com os requisitos didáticos, como também de segurança operacional, o projeto estava pronto para ser utilizado nas aulas pelos estudantes.

4 RESULTADOS

Os estudantes do ensino médio do IEE foram incentivados, através dessa atividade, a pesquisar sobre a geração de energia a partir da força do vento. Eles se empenharam em projetar hélices eficientes para um gerador eólico de pequeno porte, utilizando materiais diversos e criatividade. Durante as aulas nos laboratórios de física do IEE eles testaram as hélices criadas e estudaram técnicas de produção de energia limpa, além de explorar formas de melhorar o desempenho do sistema.

Observou-se nas aulas laboratoriais, um grande interesse no projeto por parte dos estudantes. Muitos se engajaram e entregaram projetos de hélices progressivamente melhores, aprimorados ao longo do tempo em função das orientações de seus docentes.

A partir da observação desse interesse, foi proposta uma competição entre os estudantes em busca das melhores hélices de cada turma. Dessa forma, os docentes incentivaram seus estudantes a produzirem novas hélices mais eficientes.

O entusiasmo demonstrado pelos estudantes com essa competição levou à realização de uma nova etapa da competição, a Disputa Interclasse, dessa vez com as melhores hélices por turma. O cartaz, digital, usado para a divulgação do evento é mostrado na Figura 7.

Figura 7 – Cartaz de divulgação da competição.

Fonte: Autoria própria.

A implementação prática do projeto de gerador eólico teve um impacto positivo no aprendizado e engajamento dos estudantes. Entrevistas realizadas após a Disputa Interclasse revelaram que a maioria dos estudantes envolvidos elegeu a construção do projeto, especialmente a etapa de criação das hélices, como o ponto alto da atividade.

A experiência prática foi apontada como um dos fatores principais para a compreensão dos conceitos físicos envolvidos, com estudantes afirmando que esse formato (motivado pela prática) tornou o aprendizado mais eficaz do que o formato tradicional (motivado pela teoria).

Destaca-se também que as ferramentas de eletrônica, usadas para viabilizar o projeto, despertaram o interesse de muitos por essa área. Os estudantes relataram ter compreendido na prática como a Eletrônica pode auxiliar na compreensão da Física, observando a aplicação dos conceitos físicos em um sistema real eletrônico.

A repercussão do projeto estendeu-se para além da sala de aula. A curiosidade em relação à montagem da parte eletrônica motivou alguns estudantes a buscar cursos de graduação no IFSC e a participar de oficinas oferecidas durante o desenvolvimento do projeto, demonstrando o potencial da iniciativa em despertar novos interesses e incentivar a busca por novos conhecimentos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho desenvolvido mostrou uma atividade lúdica que pode ser usada como recurso pedagógico em aulas de Física voltadas para o estudo de eficiência energética. A investigação de princípios físicos através de geradores eólicos de baixo custo, enriqueceu a experiência de estudo da Física de estudantes do ensino médio do IEE.

Este projeto apresentou vários resultados positivos. Um deles foi a pesquisa e criação das hélices pelos estudantes. Os docentes ensinaram sobre a geração eólica, mas a pesquisa e construção das hélices foi responsabilidade dos estudantes que, de

forma progressiva, com a orientação dos docentes, aprimoraram seus projetos em busca de hélices mais eficientes.

Outro ponto positivo foi a criação e utilização do circuito eletrônico do protótipo. Durante as aulas os docentes de física do IEE deram uma breve explicação do circuito, mas muitos estudantes ficaram interessados e buscaram saber mais detalhes. A partir disso, vários estudantes demonstraram interesse na área da eletrônica, buscando participar de outras atividades fornecidas pelo IFSC e procurando aprimorar os conhecimentos obtidos.

No entanto, o principal ponto deste projeto foi o interesse gerado nos estudantes. Esse interesse fez com que se dispusessem a estudar mais sobre o assunto por conta própria, fazendo com que as aulas fossem mais dinâmicas e que houvesse a discussão do tema tanto em sala de aula como fora dela. O projeto se mostrou útil ao ensino, deixando as aulas mais lúdicas, e exemplificando como uma atividade de extensão pode fortalecer a integração de universidades e institutos federais com a sociedade onde se inserem.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio dado pelo Programa de Integração da Pesquisa e Extensão ao Ensino do Instituto Federal de Santa Catarina, através do Edital PROEX No 01/2023.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. **Arduino - Home**. 2023. Disponível em: https://www.arduino.cc. Acesso em: 16 mai. 2023.

AUTODESK. **Tinkercad - From mind to design in minutes**. 2024. Disponível em: https://www.tinkercad.com. Acesso em: 15 mai. 2023.

BERQUO, Francismar Rimoli; SANTOS, Luiz Gustavo Alvarenga dos. Jogos didáticos digitais: recursos para estimular o ensino e a aprendizagem de Física. **Revista Educação Pública**, v. 20, ed. 43, 10 nov. 2020. Disponível em: https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/43/jogos-didaticos-digitais-recursos-para-estimular-o-ensino-e-a-aprendizagem-de-fisica. Acesso em: 04 mai. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2018. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2018-pdf/85121-bncc-ensino-medio/file. Acesso em: 15 mai. 2024.

KORN, BS. **Wind Turbine (2:1 Ratio Gears)**. 11 mar. 2018. Disponível em: https://www.thingiverse.com/thing:2584103. Acesso em: 28 mai 2023.

LPAE. Repositório do Laboratório de Pesquisa Avançada em Eletrônica (LPAE). GitHub repository, 2024. Disponível em: https://github.com/LPAE/artigos/tree/main/eolico_2024. Acesso em: 16 mai. 2024.

SANTOS, W. H. L. dos; DEL PINO, J. C.; SÁ-SILVA, J. R.; PINHEIRO, R. S. A ideia do lúdico como opção metodológica no ensino de Ciências e Biologia: o que dizem os TCC dos egressos do curso de Ciências Biológicas - Licenciatura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul?. **PESQUISA EM FOCO**,São Luís, v. 21, n. 2, p. 176-194, 2016.

Disponível em: https://ppg.revistas.uema.br/index.php/PESQUISA_EM_FOCO/article/view/1226. Acesso em: 16 mai. 2024.

SILVA, Drayton Mário da; TAVARES, Carla Valéria Ferreira; SILVA, Adamares Marques da. O uso da tecnologia como meio auxiliar para o ensino da física. **CIET:EnPED**, São Carlos, 16 maio 2018. Disponível em: https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/562. Acesso em: 10 mai. 2024.

WIND GENERATION IN PLAYFUL PHYSICS TEACHING

Abstract: *Traditional Physics teaching has some difficulties which hinders its comprehension. Playful teaching emerges as an alternative to increase the interest of students, helping to improve the efficiency of classes through dynamic activities. Hence, the Federal Institute of Education, Science and Technology of Santa Catarina (*IFSC*) and the State Institute of Education of Santa Catarina (*IEE*) joined forces in a partnership which aims to use Electronics as a motivating and facilitating tool for the study of Physics for IEE High School students. This report portrays the creation of a prototype of a small and low-cost wind generator, developed for the study of energy generation and efficiency. We show how the prototype was developed, and the benefits obtained from its use as a tool for teaching physics to IEE high school students.*

Keywords: *physics, electronics, playful teaching.*