



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Humanas,
Sociais e da Natureza
Multicampi Cornélio Procópio e Londrina

Luís Roberto Borba

**ENERGIA QUE TRANSFORMA: INTEGRANDO O ENSINO DE
CIÊNCIAS COM OS ODS, POR MEIO DA EDUCAÇÃO *STEM***

**LONDRINA
2025**

LUÍS ROBERTO BORBA

**ENERGIA QUE TRANSFORMA: INTEGRANDO O ENSINO DE
CIÊNCIAS COM OS ODS, POR MEIO DA EDUCAÇÃO *STEM***

**Energy that Transforms: Integrating Science Education, through STEM,
with the SDGs**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza – Multicampi Cornélio Procópio e Londrina, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza.

Área de Concentração: Ensino, Ciências e Novas Tecnologias.

Linha de Pesquisa: Inovações Disruptivas no Ensino e Aprendizagem.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio de Camargo Filho.

**LONDRINA
2025**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



LUÍS ROBERTO BORBA

**EDUCAÇÃO STEM E COOPERAÇÃO ESCOLA-EMPRESA: UMA PROPOSTA PARA A
PROMOÇÃO DOS ODS NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Ciências Humanas, Sociais E Da Natureza da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ensino, Ciências e Novas Tecnologias.

Data de aprovação: 11 de Julho de 2025

**Dr. Paulo Sergio De Camargo Filho, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do
Paraná**

Armando Paulo Da Silva, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Eduardo Lemes Monteiro, Doutorado - Faculdade de Apucarana (Fap)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Experimento	7
Figura 2 – Slide 1	10
Figura 3 – Slide 2	10
Figura 4 – Slide 3	11
Figura 5 – Slide 4	11
Figura 6 – Slide 5	12
Figura 7 – Slide 6	12
Figura 8 – Slide 7	13
Figura 9 – Slide 8	13
Figura 10 – Slide 9	14
Figura 11 – Slide 10	15
Figura 12 – Slide 11	15
Figura 13 – Slide 12	16
Figura 14 – Slide 13	17
Figura 15 – Slide 14	17
Figura 16 – Slide 15	18
Figura 17 – Atividade <i>Maker</i>	18
Figura 18 – Atividade <i>Maker 2</i>	19

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

IA – Inteligência Artificial

IoT – *Internet of Things* ou internet das coisas

LED – *Light-Emitting Diode* ou diodo emissor de luz

STEM – *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* ou ciência, tecnologia, engenharia e matemática

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. DESCRIÇÃO TÉCNICA DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	6
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	8
4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS INTEGRADO AO TEMA: CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA E OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	10
4.1. Sequência de Slides	10
4.2. Introdução à Atividade <i>Maker</i>	15
5. PLANEJAMENTO.....	20
6. MOMENTO DE SENSIBILIZAÇÃO	21
7. APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	22
REFERÊNCIAS	23

1. INTRODUÇÃO

Este produto educacional é uma reestruturação de um modelo de apresentação, utilizado na rede de ensino fundamental, pela Concessionária de Energia Elétrica do Paraná, no Programa Iluminando Gerações. Este programa atende a Resolução Normativa nº 1000 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) determina que concessionárias de energia promovam campanhas educativas sobre uso seguro e racional da eletricidade (ANEEL, 2021).

O produto é composto por um Roteiro Exploratório para o Ensino do Componente Curricular de Ciências, com base na utilização da Energia Elétrica integrada ao cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 4, 7, 12 e 17. Este produto é resultado da pesquisa elaborada para a defesa de Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). A abordagem deste Roteiro foi elaborada por meio da Educação *STEM* integrada a metodologias ativas como a *Cultura Maker* e o *Design Thinking*.

O objetivo deste produto é a introdução de conteúdos de ciências ligados à utilização da eletricidade, vinculados aos ODS, explorando os objetivos de aprendizagem do quinto ano do ensino fundamental. Para a obtenção de uma aprendizagem significativa, a exploração de ideias relacionadas ao cotidiano dos alunos, assim como o estímulo de raciocínio crítico sobre os impactos ambientais intrínsecos ao consumo de eletricidade, compõe este roteiro. Uma atividade de construção de uma placa fotovoltaica, compõe a criação de um ambiente lúdico para trabalhar conceitos tecnológicos interligados aos ODS.

2. DESCRIÇÃO TÉCNICA DO PRODUTO EDUCACIONAL

O roteiro é composto por uma apresentação de slides que introduz temas sobre a utilização da energia elétrica de forma cotidiana, relacionando-os em sua sequência com os ODS. As representações utilizadas na elaboração dos slides contam com imagens construídas em aplicativos de inteligência artificial, como o *Bing Image Creator*. O objetivo de utilizar aplicativos que criam imagens a partir de descrições de texto, foi a alternativa de desenvolver imagens num contexto real, com maior potencial de envolver os alunos, relacionando os temas ao cotidiano deles. Fotos reais também compõe a apresentação. Imagens retiradas do site da concessionária foram utilizadas com o objetivo de estimular os alunos ao interesse de carreiras reais que compõem a Educação *STEM*.

Após a introdução teórica, uma atividade *Maker* é proposta com o objetivo de criar um ambiente *hands on*, onde os alunos passam por uma etapa de aprender fazendo. Está atividade é a produção de uma placa fotovoltaica artesanal, construída com materiais de fácil acesso. Segue abaixo a relação de materiais necessário para a construção da placa fotovoltaica artesanal.

- Prato plástico de festas;
- Elástico de escritório;
- Massa de modelar condutora (com sal na composição);
- LED vermelho de 5mm;
- Capacitor de 3,3 μ F de 50V;
- Calculadora de 1,5V;
- Fio de cobre;
- Pendente com luminária.

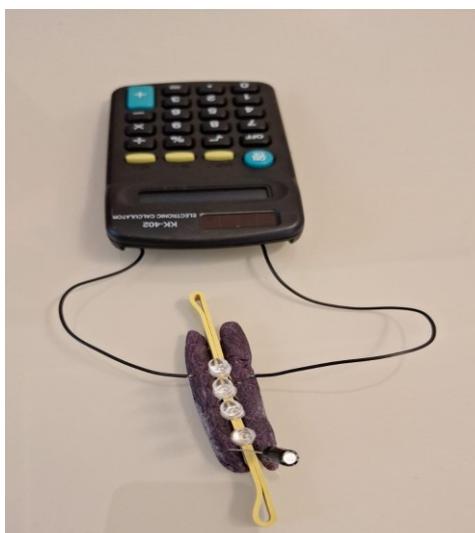
A montagem da placa fotovoltaica consiste em fazer dois barramentos com a massa condutora, com 10cm de comprimento e 0,7cm de diâmetro. A massinha condutora é um recurso barato, podendo ser fabricada pelos próprios alunos, estimulando-os a seguir uma receita, o que introduz no contexto, também, a interpretação de textos. Além disso, os conteúdos de condutibilidade e resistência elétrica devem ser abordados, bem como o conceito de circuito elétrico, enquanto brincam com a massa (Martinez; Stager, 2013). Dispor os dois barramentos

em paralelo sobre o prato plástico e colocar o elástico entre os barramentos. Percebam que o papel do elástico e do prato plástico é a isolamento elétrica dos dois barramentos. O LED, assim como o capacitor, possui polaridade, onde a perna maior é o polo positivo (ânodo) e a menor é o polo negativo (cátodo). Os LEDs, assim como o capacitor, devem ser instalados aos barramentos de forma paralela, onde todas as pernas maiores serão espetadas em um barramento e as menores sobre eles, já o capacitor tem a função de estabilizar a flutuação da corrente elétrica gerada.

Com a placa fotovoltaica confeccionada, a próxima etapa é a preparação da carga que será ligada ao circuito. A calculadora será utilizada com carga para o circuito, para isso se deve conectar um pedaço de fio de cobre em cada polo da calculadora, para poder substituir a pilha pela placa fotovoltaica. Para uma conexão bem-feita, o ideal é solda do fio com estanho nos polos da calculadora, porém esta não deve ser realizada com os alunos por questão de segurança, a solda deve ser realizada anteriormente pelo responsável da atividade. Caso o responsável não possua os equipamentos necessários e/ou habilidade técnica para a realização desta preparação, é importante procurar o serviço em uma loja de manutenção de equipamentos eletrônicos.

Com a calculadora adaptada, basta ligar o polo positivo ao barramento positivo da placa fotovoltaica e o polo negativo da calculadora ao polo negativo da placa, fechando o circuito elétrico (Figura 1), ligar o pendente com a luminária e incidir iluminação sobre os LEDs. Nesse momento, basta ligar a calculadora e verificar a geração de energia fotovoltaica pela placa construída pelos alunos.

Figura 1 – Experimento



Fonte: Acervo Pessoal

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este produto educacional busca promover valores relacionados à natureza da ciência e suas implicações na resolução de problemas da vida cotidiana (Pozo; Crespo, 2009). Para um processo de aprendizagem que incentive a criatividade, a reflexão, o engajamento e a autoconfiança dos alunos, proporcionar um ambiente educacional inovador e responsável, é fundamental na era da Educação 4.0 (Camargo Filho; Silva; Laburú, 2019). O produto busca fortalecer uma aprendizagem mais profunda, pela qual o indivíduo passa por um processo que o torne capaz de transferir o que foi aprendido para novas situações, entrelaçando o conhecimento adquirido com a habilidade de resolver novos problemas (National Research Council, 2012).

A característica predominante da abordagem interdisciplinar da Educação *STEM* é a utilização de problemas reais de situações do cotidiano como base para criar experiências de ensino e aprendizagem que conectem duas ou mais disciplinas *STEM*, ou até mesmo a conexão com outras disciplinas. Assim, auxiliam na captura da imaginação popular, estimulando a criação de proposições científicas e tecnológicas para solucionar estes grandes desafios, sejam eles locais ou globais (U.S. [...], 2016). Metodologias como a Cultura *Maker* e o *Design Thinking*, contribuem no aumento do engajamento dos alunos em se envolverem efetivamente no processo de ensino aprendizagem. A fase de ideação do *Design Thinking*, encoraja o surgimento de ideias sem julgamento, abrindo espaço para diversos pontos de vista, aceitando erros conceituais (IDEO, 2012). O objetivo de realizar uma atividade *Maker* no processo de ensino e aprendizagem não é utilizar ferramentas sofisticadas e caras, mas sim, capacitar os estudantes a resolverem seus próprios problemas e desenvolverem a habilidade para isso (Blikstein; Martinez; Pang, 2016). Proporcionar um ambiente *Maker* desenvolve a cultura do aprender fazendo, de forma divertida e integrada por todos os alunos, criando um ambiente de aprendizagem colaborativa (Camargo Filho; Silva; Laburú, 2019).

As pesquisas no campo de energias renováveis contribuem para uma melhor compreensão mundial sobre a relação entre produção de energia e ecologia (Dilan, 2015), visto que os objetivos da formação cidadã contemplam avaliar soluções tecnológicas que envolvem a geração e a distribuição de energia elétrica, assim como o seu consumo, considerando tanto a disponibilidade de recursos com suas características ambientais, quanto a produção de resíduos

e seus impactos socioambientais (Brasil, 2017). A Unidade Temática Matéria e Energia, dentro do componente curricular de Ciências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), propõe o estudo dos materiais e suas transformações, das fontes e tipos de energia utilizados na vida cotidiana, visando construir conhecimento sobre a natureza da matéria e os diferentes usos da energia (Brasil, 2017). Além de corroborar com os componentes curriculares, Oliveira *et al.* (2020) pontuam que práticas educacionais explorando o efeito fotovoltaico em diodos emissores de luz abordam quantização de energia, efeito fotoelétrico e a física dos semicondutores. Porém, a necessidade de todo conhecimento ser organizado, atendendo uma certa logicidade e publicidade, não deve se limitar a uma reestruturação tradicional, que deprecia os conceitos históricos e epistemológicos da construção desse saber (Cordeiro; Peduzzi, 2013).

Como o princípio construtivo das células fotovoltaicas tem como base a utilização de diodos de junção p-n, experimentos educacionais com LEDs comerciais podem ser mais econômicos e acessíveis (Barcellos; Oliveira, 2023). Estes autores propõem que experimentos envolvendo o fenômeno fotovoltaico, seja com células fotovoltaicas comerciais ou confeccionadas com diodos emissores de luz (LEDs), devem ser utilizados na disciplina de Física, com o objetivo de estimular o pensamento crítico ligando o desenvolvimento tecnológico a conceitos de sustentabilidade.

4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS INTEGRADO AO TEMA: CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA E OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

4.1. Sequência de Slides

Figura 2 – Slide 1



Fonte: Gerado pela Bing

Abordagem sobre a utilização da energia elétrica no cotidiano dos alunos.

Figura 3 – Slide 2



Fonte: Gerada pela Bing

Contextualização da Matriz Elétrica Mundial. A matriz elétrica é formada pelo conjunto de fontes disponíveis para geração de energia elétrica. A matriz elétrica mundial é principalmente baseada em combustíveis fósseis não renováveis, como o carvão e o gás natural. Entretanto, a matriz elétrica brasileira é predominantemente baseada em fontes renováveis, que têm como fonte principal as hidrelétricas e vem aumentando a utilização de fontes eólicas e fotovoltaicas (EPE, 2024).

Figura 4 – Slide 3



Fonte: Gerada pela Bing (esq.); acervo pessoal (dir.)

Contextualização dos impactos ambientais do Fontes de Geração de Energia Renováveis.

Figura 5 – Slide 4



Fonte: Copel

Sensibilização sobre a necessidade de pesquisas constantes sobre o monitoramento ambiental dos impactos causados pela geração de eletricidade por fontes renováveis, para o desenvolvimento de soluções que minimizem esses impactos.

Figura 6 – Slide 5



Usina Eólica



IMPACTOS AMBIENTAIS

Além da poluição sonora, ela pode ter impactos diretos na ecologia de espécies migratórias.

Fonte: Copel, Rio Grande do Norte (esq.); gerada pela Bing (dir.)

Figura 7 – Slide 6



Usina Fotovoltaica

Foto: COPEL

USINAS FOTOVOLTAICAS

IMPACTOS AMBIENTAIS

PRESSÃO PARA O AUMENTO DE ÁREAS AGRICULTÁVEIS



Fonte: Copel

Estímulo ao desenvolvimento do senso crítico sobre os direcionamentos da ampliação da geração de energia no Setor Elétrico.

Figura 8 – Slide 7



Usina de Biomassa

GERAÇÃO SUSTENTÁVEL ☀️

A geração de energia elétrica a partir do biogás produzido no tratamento de resíduos sólidos colabora no cumprimento de vários Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS.

Fonte: Copel

Destaque para soluções sustentáveis que integram saneamento de resíduos com geração de energia elétrica.

Figura 9 – Slide 8



ELETRICIDADE ACESSÍVEL

Além da geração de eletricidade, precisamos enfrentar os desafios de distribuir esta energia para os consumidores.

REDES INTELIGENTES

Para isso, o desenvolvimento de redes inteligentes é essencial para a otimização e eficiência desta distribuição.

Fonte: Gerada pela Bing (esq.); Copel (dir.)

Ênfase na Educação *STEM* destacando a necessidade do desenvolvimento tecnológico em prol da sustentabilidade.

Figura 10 – Slide 9



Fonte: Gerada pela Bing

Conexão dos temas sobre geração e consumo de energia elétrica com os ODS 4, 7, 12 e 17. Enfatizar como o estudo de ciências, aplicado a questões do cotidiano, como a geração e consumo de eletricidade, potencializa uma aprendizagem significativa, desenvolvendo o pensamento crítico dos alunos (ODS 4), além de despertar a consciência para meios de produção e consumo responsáveis (ODS 12). Estimular os alunos a se identificarem como protagonistas no processo de transformação sustentável do setor elétrico, contribuindo no desenvolvimento de soluções inovadoras para garantir o fornecimento de energia limpa e acessível para sociedade (ODS 7).

4.2. Introdução à Atividade *Maker*

Figura 11 – Slide 10



Fonte: Copel

Retomar o tema Energia Fotovoltaica.

Figura 12 – Slide 11



Fonte: Gerada pela Bing

Enfatizar as potencialidades de geração de impactos ambientais da tecnologia, destacando que mesmo estando classificada como fonte de energia renovável, pesquisas e monitoramento constante, são ferramentas essenciais para garantir soluções que minimizem os impactos futuros.

Figura 13 – Slide 12



Fonte: Gerada pela Bing

Inserir uma breve introdução, com ênfase na filosofia da ciência, por meio de uma abordagem histórico-crítica que contextualize a construção da ciência com suas influências sociais.

Figura 14 – Slide 13



**APLICAÇÕES
TECNOLÓGICAS
QUE
REVOLUCIONARAM
A SOCIEDADE**

O desenvolvimento científico e tecnológico tem o poder de mudar os rumos históricos da humanidade.



Fonte: Gerada pela Bing

Figura 15 – Slide 14



**APLICAÇÕES
TECNOLÓGICAS**

VAMOS ENTENDER UM POUCO SOBRE O FUNCIONAMENTO DESTA TECNOLOGIA?



Fonte: Gerada pela Bing

Figura 16 – Slide 15



ENERGIA ⚡

FOTOVOLTAICA

APRENDENDO NA PRÁTICA

Explorando as características dos materiais

- Isolantes
- Condutores
- Semicondutores

Podemos construir nossa própria placa fotovoltaica

Fonte: Acervo pessoal

Neste momento, dividir os alunos em duplas, fornecer um kit para cada dupla, contendo: um prato plástico, um pedaço de massinha, um elástico, quatro LEDs e um capacitor.

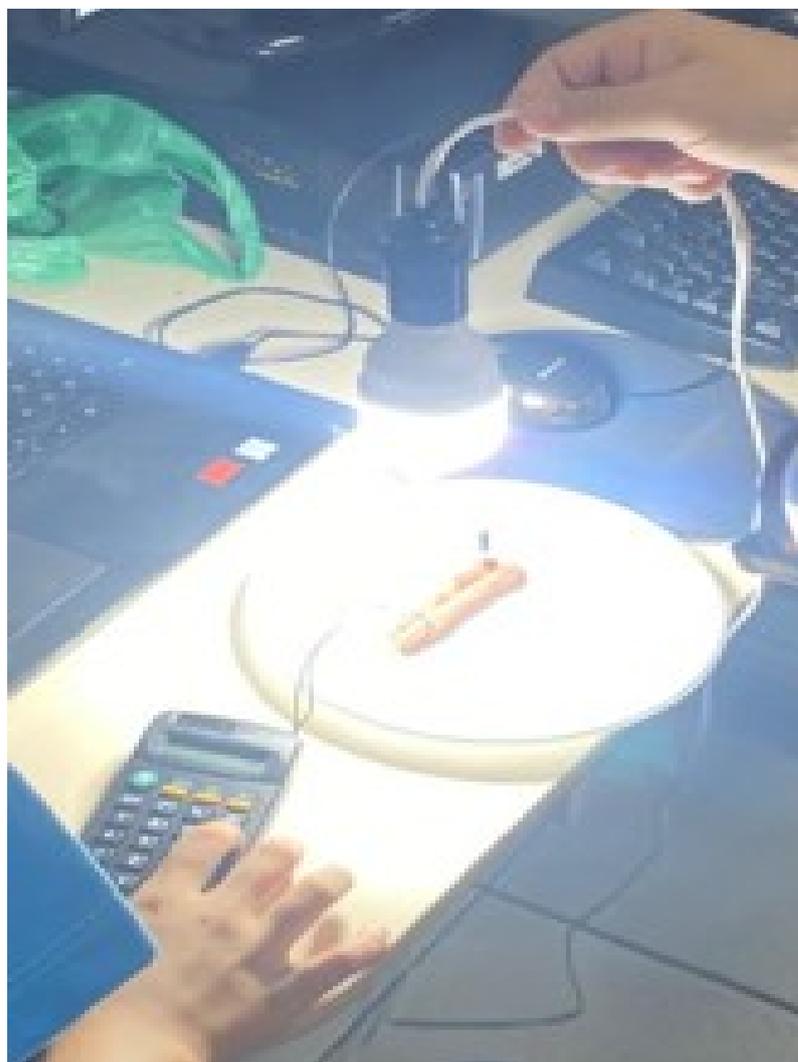
Figura 17 – Atividade *Maker*



Fonte: Acervo pessoal

Acompanhara a construção pelos alunos respondendo as dúvidas com base nos conteúdos de ciência relacionados ao experimento: como circuitos elétricos, condução de corrente elétrica, isolamento da corrente elétrica, fontes de energia etc.

Figura 18 – Atividade *Maker 2*



Fonte: Acervo pessoal

Acionamento da calculadora com a incidência de luz sobre os LEDs da placa fotovoltaica artesanal.

5. PLANEJAMENTO

Para a aplicação do produto pela concessionária de energia, o encaminhamento do material antecipadamente às escolas é essencial para a definição do período letivo que melhor acomodará a interação empresa-escola, visando uma melhor contribuição da atividade ao processo de ensino e aprendizagem.

O tempo para aplicação do produto é de duas horas-aula. No entanto, caso exista um consenso entre a concessionária e a escola, a aplicação apenas da apresentação, sem a atividade *Maker*, é uma possibilidade, porém, não atingindo todo o potencial de aprendizagem proposto pelo produto completo.

6. MOMENTO DE SENSIBILIZAÇÃO

Este produto educacional se destaca em dois momentos de sensibilização. O primeiro, está ligado as conexões conceituas dos alunos. O momento que eles refletem sobre os impactos ambientais causados por fontes de energia renováveis, proporciona um ambiente potencial de aprendizagem significativa. No entanto, ouvir suas colocações e questionamentos é fundamental para elaborar contribuições, construídas por uma base interdisciplinar, de forma empática, que facilite a transposição conceitual dos alunos para um patamar crítico sobre essas questões. A aplicação da metodologia ativa *Design Thinking*, na sua fase de ideação é uma ferramenta que garante a eficiência desta etapa do processo de ensino e aprendizagem.

O segundo momento de sensibilização é o desenvolvimento de oportunidades significativas de aprendizagem durante a atividade *Maker*. Esta metodologia ativa proporciona aos alunos ao construírem suas próprias placas fotovoltaicas, a oportunidade de aprender conceitos científicos na prática. Problemas na construção relacionados aos conceitos de condução e isolamento de corrente elétrica são frequentes nesse processo. Uma intervenção que estimule a compreensão dos “porquês” algo está dando errado, é essencial para o desenvolvimento de soluções e principalmente a obtenção de um aprendizado na prática. O conceito de polaridade elétrica é bem desenvolvido na construção das placas, pois a habilidade de identificar a polaridade dos componentes para executar a construção respeitando a lógica do circuito elétrico é fundamental para o funcionamento do experimento.

7. APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Este produto foi desenvolvido como um modelo de interação entre concessionárias de energia elétrica e escolas do ensino fundamental. O produto atende a Resolução Normativa nº 1000 da ANEEL, que prevê campanhas do uso racional da energia elétrica junto à comunidade. No entanto, o produto, além do objetivo da resolução, pretende contribuir de forma eficiente para o processo de ensino e aprendizagem dos alunos participantes destas campanhas.

Para atingir os objetivos do produto proposto, sua aplicação deve ser executada por profissionais licenciados em Ciências Naturais. Esta prerrogativa garante a conexão dos temas propostos pela concessionária com a matriz curricular das escolas. Além disso, a formação pedagógica fornece a capacitação necessária para a aplicação das metodologias que compõem este produto.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Micro e mini geração distribuída**. Ministério de Minas e Energia. 10 fev. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/geracao-distribuida>. Acesso em: 24 abr. 2025.

BARCELLOS, A.; OLIVEIRA, A. L. de. Using LEDs as solar cells is a useful tool for teaching about photovoltaic phenomena. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 45, e20230216, p. 1-6, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/dg4zDv6XkxPGK7N5rxCFRTK/?lang=en>. Acesso em: 24 abr. 2025.

BLIKSTEIN, P.; MARTINEZ, S. L.; PANG, H. A. (orgs.). **Meaningful making: projects and inspirations for fab labs and makerspaces**. Torrance, EUA: Constructing Modern Knowledge Press, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 24 abr. 2025.

CAMARGO FILHO, P. S.; SILVA, M. B.; LABURÚ, C. E. Criatividade e inovação em makerspaces. *In*: OLIVEIRA, V. F. (org.). **A engenharia e as novas DCNs: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros**. São Paulo: LTC, 2019. p. 100-113.

CORDEIRO, M. D.; PEDUZZI, L. O. Q. Consequências das descontextualizações em um livro didático: uma análise do tema radioatividade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 3602-3612, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/GyHQstdPy6VFbfl8qLftwbt/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 24 abr. 2025.

DILAN, A. Quantum photovoltaic effect: two photon process in solar cell. **2015 International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA)**, Palermo, Itália, p. 1084-1088, nov. 2015. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7418577>. Acesso em: 24 abr. 2025.

IDEO. **Design Thinking para educadores**. Trad. Adriana Silva e Pollyana Ferrari. São Paulo: Instituto Educadigital, 2012. Disponível em: <https://zenodo.org/records/12637320>. Acesso em: 24 abr. 2025.

OLIVEIRA, I. N. de; RAMOS, J. A. P.; SILVA, W. L.; CHAVES, V. D.; MELO, C. A. O. de. 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, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/tYxCGJshXSRQY5wDgZMdcqM/?lang=pt>. Acesso em: 24 abr. 2025.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Education for life and work**: developing transferable knowledge and skills in the 21st century. Washington, DC: National Academies Press, 2012. *E-book*.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

U.S. DEPARTMENT OF EDUCATION, Office of Innovation and Improvement. **STEM 2026**: a vision for innovation in STEM education. Washington, DC: Author, 2016. Disponível em: https://www.ed.gov/sites/ed/files/2016/09/AIR-STEM2026_Report_2016.pdf. Acesso em: 24 abr.2025.