

ENSINO DE ELETRICIDADE POR PROJETO INVESTIGATIVO

**Guilherme Andre Dal Moro¹, Halina dos Santos França², Liliane de Fátima Grein³,
Álvaro Emílio Leite⁴**

¹IFPR, guilhermedalmoro@gmail.com

²UTFPR/PPGFCET, halina.s.f@gmail.com

³UFPR/PPGECM, lilianefg@gmail.com

⁴UTFPR/PPGFCET, alvaroemilioleite@gmail.com

INTRODUÇÃO

A Lei nº 14.945, de 31 de julho de 2024 (BRASIL, 2024a), introduziu uma nova Política Nacional de Ensino Médio ao alterar a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), redefinindo a estrutura curricular dessa etapa da Educação Básica. Entre as principais alterações, destacamos a consolidação dos Itinerários Formativos de Aprofundamento (IFAs), com carga horária mínima de 600 horas, destinados ao aprofundamento de conhecimentos em áreas do saber elegidas pelos estudantes e alinhados à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e às diretrizes das áreas do conhecimento.

No novo modelo legal (BRASIL, 2024b), o currículo do Ensino Médio passa a ser composto pela Formação Geral Básica – com carga horária ampliada, voltada à consolidação de aprendizagens essenciais em todas as áreas do conhecimento – e pelos IFAs. Estes devem permitir que os estudantes aprofundem aprendizagens em uma ou mais áreas do conhecimento previstas na BNCC: Linguagens e suas tecnologias; Matemática e suas tecnologias; Ciências da Natureza e suas tecnologias; e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Os IFAs devem ser ofertados de modo que as escolas disponibilizem, no mínimo, dois itinerários distintos, respeitando as especificidades culturais e territoriais de seus contextos.

O novo arcabouço legal também orienta que os itinerários formativos sejam concebidos como percursos formativos articulados a metodologias integradoras, tais como projetos, pesquisas e outras estratégias que possibilitem aos estudantes conectar as aprendizagens a contextos reais, projetos de vida e demandas socioculturais e ambientais (BRASIL, 2024b). Dessa forma, as diretrizes operacionais para implementação dos IFAs sugerem que o currículo promova formações que articulem teoria e prática.

Nesse cenário de reforma curricular, os docentes vem enfrentando o desafio de elaborar, implementar e avaliar propostas pedagógicas que promovam aprendizagens significativas para os estudantes em áreas específicas do conhecimento, além de atender às especificidades das “diretrizes operacionais para implementação dos Itinerários Formativos de Aprofundamento” (BRASIL, 2024b). A complexidade desse processo se acentua em componentes curriculares com carga horária reduzida – estruturados com duas ou uma aula semanal – o que demanda escolhas curriculares, metodológicas e avaliativas que integrem objetivos cognitivos, investigativos e sociais.

É nesse contexto que se situa a questão central deste relato de experiência: como conceber e desenvolver um IFA na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias que seja coerente com as diretrizes legais e, ainda assim, efetivo na promoção de aprendizagens em Física, com foco nos conteúdos da eletricidade?

Para responder a essa questão, este artigo apresenta uma proposta pedagógica desenvolvida no componente curricular Energia e Ambiente, ofertado no âmbito de um IFA em Ciências da Natureza e suas Tecnologias. A atividade associa elementos do *design* – função e funcionalidade, adequação, estética, inovação – à conteúdos da Física – corrente elétrica, tensão elétrica e potência elétrica, condutores, interruptores, circuitos elétricos – no desenvolvimento do projeto.

Deste modo, o objetivo do artigo é o de relatar o desenvolvimento da proposta de construção de luminárias e motores no componente curricular Energia e Ambiente, fundamentada no Ensino de Ciências por Projeto Investigativo. Na próxima seção, descrevemos o referencial metodológico deste trabalho e a proposta de atividade que compõem o itinerário formativo de Ciências da Natureza, em acordo a este referencial metodológico.

METODOLOGIA

O presente trabalho é um relato de uma experiência pedagógica, de natureza qualitativa e descritiva, desenvolvido no contexto de um IFA em Ciências da Natureza e suas Tecnologias, intitulado Energia e Ambiente, no âmbito do Novo Ensino Médio. A experiência foi realizada em um colégio da rede particular da cidade de Curitiba, ao longo do período de maio a setembro de 2025.

A atividade foi desenvolvida com estudantes da 2ª série do Ensino Médio, matriculados no itinerário formativo Energia e Ambiente, distribuídos em quatro turmas. Participaram da proposta 43 grupos, cada um composto por três ou quatro estudantes, totalizando 140 alunos. As atividades foram conduzidas pelo professor responsável pelo componente curricular, com acompanhamento institucional da supervisão pedagógica e do setor de comunicação da escola, especialmente nas etapas de divulgação e socialização dos projetos.

O componente curricular conta com duas aulas semanais. Foram dedicamos nove encontros presenciais ao desenvolvimento do projeto, distribuídos ao longo do período de maio a agosto – o mês de setembro foi destinado às apresentações. Esses encontros foram planejados de modo a permitir o acompanhamento contínuo dos grupos, a mediação pedagógica e o aprimoramento progressivo dos protótipos.

A proposta pedagógica consistiu no desenvolvimento de um projeto investigativo de prototipagem elétrica, no qual os estudantes puderam optar pela construção de luminárias ou de motores eletromagnéticos. Do total de grupos participantes, 39 optaram pela construção de luminárias e 4 pela construção de motores, decisão tomada de forma autônoma pelos estudantes, conforme seus interesses e possibilidades.

Os conteúdos de Física mobilizados ao longo do projeto incluíram, principalmente: corrente elétrica, tensão elétrica, potência elétrica, circuitos elétricos, condutores, interruptores, instalações elétricas, além de magnetismo, campo magnético e indução eletromagnética, no caso dos motores. Paralelamente, foram incorporados elementos do design, como função, funcionalidade, estética, adequação do material e inovação.

Os recursos utilizados envolveram materiais de baixo custo e de fácil acesso, tais como fios condutores, soquetes, lâmpadas, interruptores, fontes de energia, ímãs, bobinas, estruturas de madeira ou materiais recicláveis, além de ferramentas manuais simples. Também foram utilizados recursos digitais para pesquisa, elaboração de peças publicitárias, produção dos relatórios técnicos e apresentação para colegas e estudantes de distintas séries.

Como referencial metodológico, adotamos o Ensino de Ciências por Projeto Investigativo (ENCIPI) (BRUNO e CAROLEI, 2018), enquanto modelo que associa Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) à elementos do *design*. A justificativa para a escolha dessa abordagem decorre da necessidade de promover, no âmbito de uma realidade escolar concreta, práticas pedagógicas que favoreçam a integração dos eixos cognitivos e procedimentais das aprendizagens em Ciências, articuladas com os projetos de vida dos estudantes e com sua participação ativa no processo de aprendizagem.

Entendemos, nesta pesquisa, que o processo investigativo não se origina de um conjunto pré-estabelecido de etapas direcionadas à memorização, na exposição de procedimentos ou na descrição de relações, resultando em demonstrações ou aplicações. A ênfase ao processo de aprendizagem por investigação se situa em um conjunto de processos de interações e mediações que valorizam os conhecimentos fundamentais e priorizam o processo de sua construção. Nessa perspectiva, entendemos a ação investigativa como um método para aprender ciência por meio da prática científica. Trata-se, portanto, não de decorar ou assimilar modelos preestabelecidos, mas de desenvolver modelos, elaborar explicações, realizar testes e simulações (CARVALHO, 2013).

O ENCIPI se refere a uma abordagem que possui influências explícitas do *design* e de estratégias do ensino de ciências que adotam a investigação como eixo metodológico. Tal abordagem objetiva dar um foco maior ao processo construtivo e investigativo de artefatos, teorias, conceitos, ações, isto é, a visão de projeto é compreendida como um percurso permeado por uma investigação (BRUNO; CAROLEI, 2018, p.864). Conforme Bruno e Carolei (2018), o Ensino de Ciências por Projeto Investigativo “não é uma simples ‘mescla’ do Ensino de Ciências por Investigação com alguma forma de aprendizagem por projetos”. Isso ocorre uma vez que as investigações geralmente são desenvolvidas sem a construção de projetos e os projetos, por sua vez, podem ser desenvolvidos sem, necessariamente, ter clara influência do *design* (BRUNO; CAROLEI, 2018, p. 864). Logo, em nosso entendimento, o ENCIPI é uma estratégia metodológica que deve conjugar,

indissociavelmente, elementos do *design*, como a prototipagem e a construção de projetos e modelos, a objetos de estudo do Ensino de Ciências.

A proposta dos autores para o desenvolvimento de atividades de ENCIPI pode ser resumida em seis momentos – 1) estabelecer e programar; 2) expandir e aproximar; 3) propor; 4) criar; 5) validar e aprimorar; 6) comunicar, implementar e aprender – os quais apresentam-se em três frentes: ações dos estudantes, ações dos professores e recursos e ferramentas de ações (BRUNO; CAROLEI, 2018, p. 865). O quadro 1 detalha as ações dos professores, estudantes e os recursos e ferramentas em cada um dos seis momentos.

Quadro 1: Detalhamento dos momentos do ENCIPI

	Ações dos professores	Ações dos estudantes	Ferramentas e recursos
Estabelecer e programar	- Propor uma temática aberta, um recorte de temática, ou uma necessidade definida para os alunos.	- Definir a necessidade e seu contexto/cenário. - Criar um cronograma para o projeto.	- Lista de objetivos de desenvolvimento sustentável. - Lista de problemáticas locais. - Cronograma de trabalho.
Expandir e aproximar	- Orientar o início do projeto, fomentar discussões, guiar o aprofundamento com base nas primeiras ideias, guiar estudos autônomos, esclarecer dúvidas, etc.	- Observar o macro e o micro da necessidade, sentir, investigar, definir escopo, elaborar pauta, compreender.	- Discussões. - Pesquisas. - Coletas de dados. - Canvas. - Fluxogramas. - Mapa de empatia.
Propor	- Interferir ou não, conforme a intencionalidade, auxiliando na construção e/ou escolha da(s) ideia(s). - Propor ajustes no cronograma de trabalho	- Definir critérios para solução da necessidade. - Imaginar, idear, desenvolver hipóteses e soluções.	- Brainstorming. - Mapas conceituais. - Canvas. - Associação de ideias.
Criar	- Apoiar na construção, considerando a disponibilidade de recursos, assim como a viabilidade de construir a solução.	- Prototipar, desenvolver um modelo, construir	- Prototipação. - Desenhos projetivos. - Esboços.
Validar e aprimorar	- Apoiar na escolha do método de validação, auxiliar na conferência dos critérios, prestar feedbacks, acompanhar teste e aprimoramento da solução.	- Testar, experienciar, avaliar, prever, validar.	- Testes. - Relatos, relações e comparações. - Feedbacks. - Mapeamento de cenários de uso.
Comunicar, implementar e aprender	- Providenciar parcerias, auxiliar na divulgação e/ou implementação do projeto. - Guiar uma visualização do percurso, fazendo considerações sobre cada etapa do projeto.	- Compartilhar, executar, implementar, agir, lançar, produzir versão final. - Visualizar e aprender com o processo	- Internet e outros meios de comunicação. - Parcerias. - Diário de bordo.

Fonte: Bruno e Carolei (2018, p. 866, 870, 872)

Este quadro estabelece uma sequência clara de ações para professores e estudantes, bem como o uso de ferramentas e recursos pertinentes, associados para o ENCIPI. Neste contexto, a proposta dos autores contribui significativamente no desenvolvimento de uma atividade prática dentro de um

componente curricular do Novo Ensino Médio, ao mesmo tempo em que se alinha com as diretrizes educacionais vigentes.

Por se tratar de um relato de experiência pedagógica desenvolvido no contexto regular da atividade escolar, não houve coleta de dados sensíveis ou identificação nominal dos participantes. As apresentações públicas e exposições dos protótipos ocorreram com autorização institucional, preservando-se o anonimato dos estudantes neste artigo, em consonância com os princípios éticos da pesquisa em educação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da experiência indicam que a proposta fundamentada no ENCIPI favoreceu o desenvolvimento de aprendizagens que superam a assimilação conceitual isolada, aproximando-se de uma compreensão mais integral dos fenômenos físicos relacionados à eletricidade. Ao longo do projeto, os estudantes mobilizaram conhecimentos teóricos para resolver problemas concretos, especialmente na montagem dos circuitos elétricos, na instalação de componentes como interruptores, bocais e condutores, e na análise do funcionamento dos dispositivos construídos. Esse movimento de articulação entre hipótese, teste, validação e reformulação converge com os pressupostos do ENCIPI, que compreende a aprendizagem científica como um processo de construção de explicações, mediado pela prática investigativa e pela resolução de problemas (CARVALHO, 2013).

Além dos avanços conceituais, observou-se o desenvolvimento de habilidades procedimentais, tais como planejamento de projetos, trabalho colaborativo, tomada de decisões e integração entre aspectos técnicos e estéticos. A incorporação de elementos do *design* ao processo investigativo contribuiu para atribuir sentido à proposta, uma vez que os artefatos produzidos possuíam finalidade prática e estética. Esses resultados dialogam com a literatura que aponta o potencial das abordagens baseadas em projetos para promover a aprendizagem, ao permitir que os estudantes aprendam ciência fazendo ciência, construindo modelos, testando soluções e refletindo sobre o próprio trabalho (BRUNO; CAROLEI, 2018).

Com o intuito de explicitar de forma sistemática como essas aprendizagens se constituíram ao longo do andamento da atividade, apresentamos o quadro de organização da proposta pedagógica segundo o ENCIPI, na qual são detalhadas as ações dos professores, dos estudantes e os recursos mobilizados em cada um dos seis momentos do ENCIPI, conforme o referencial adotado:

Quadro 2: Descrição dos momentos do ENCIPI aplicados à proposta de trabalho

	Ações dos professores	Ações dos estudantes	Ferramentas e recursos
Estabelecer e programar	- Apresentar a proposta do projeto no âmbito do itinerário <i>Energia e Ambiente</i> , delimitando como desafio a construção de luminárias ou	- Escolher o tipo de artefato a ser desenvolvido (luminária ou motor), organizar os grupos de trabalho e	- Roteiro do projeto; cronograma de atividades; discussão orientada; registros iniciais do planejamento.

	motores eletromagnéticos. Orientar quanto aos objetivos formativos, conteúdos físicos envolvidos e critérios gerais de avaliação.	definir o propósito do projeto. Planejar as etapas de desenvolvimento ao longo dos encontros previstos.	
Expandir e aproximar	- Mediar discussões conceituais sobre eletricidade, circuitos elétricos, magnetismo e indução magnética. Orientar pesquisas e esclarecer dúvidas técnicas e conceituais.	- Investigar princípios físicos relacionados ao funcionamento dos dispositivos. Analisar exemplos existentes, levantar possibilidades de materiais e compreender o problema a ser solucionado.	- Pesquisas em fontes digitais e impressas; esquemas elétricos; discussões em grupo; registros em caderno ou diário de bordo.
Propor	- Acompanhar e orientar a definição das soluções propostas, sugerindo ajustes quando necessário, considerando viabilidade técnica, segurança e recursos disponíveis	- Definir critérios de funcionamento e estética do protótipo. Elaborar hipóteses de funcionamento, esquemas elétricos e propostas de <i>design</i> para o artefato.	- Brainstorming; esboços; mapas conceituais; esquemas de circuitos; planejamento do protótipo.
Criar	- Apoiar na construção, considerando a disponibilidade de recursos, assim como a viabilidade de construir a solução.	- Construir os protótipos de luminárias ou motores, realizando a montagem dos circuitos elétricos ou eletromagnéticos e da estrutura estética.	- Materiais elétricos (fios, interruptores, soquetes, lâmpadas, ímãs, bobinas); ferramentas manuais; materiais estruturais e recicláveis.
Validar e aprimorar	- Apoiar o processo de construção dos protótipos, auxiliando na montagem dos circuitos e na adequação da estrutura física e estética dos dispositivos.	- Testar o funcionamento dos dispositivos, identificar falhas, realizar correções e aperfeiçoar o desempenho técnico e estético do projeto.	- Testes práticos; observações sistemáticas; feedbacks do professor; registros das modificações realizadas.
Comunicar, implementar e aprender	- Organizar momentos de apresentação, exposição e socialização dos projetos, incentivando a reflexão sobre o percurso formativo e os resultados alcançados.	- Apresentar os projetos à turma, elaborar relatório técnico e peça publicitária, expor as luminárias na escola e explicar o funcionamento dos dispositivos a outros estudantes. Refletir sobre o processo de aprendizagem.	- Apresentações orais; relatório técnico; peça publicitária; exposição na biblioteca; interação com estudantes do ensino fundamental.

Fonte: Adaptado de Bruno e Carolei (2018, p. 866, 870, 872).

A sistematização da experiência a partir dos momentos do ENCIPI evidencia que a proposta desenvolvida no itinerário formativo Energia e Ambiente articulou: ações docentes; protagonismo estudantil; conteúdos de Física, conceitos de *design*; uso de recursos acessíveis aos estudantes; investigação de conceitos, teorias e soluções; desenvolvimento de projetos, protótipos, relatórios; etc. A organização do projeto permitiu que conceitos da Física fossem aprendidos ao longo do

processo, a partir das interações, decisões e investigações realizadas pelos estudantes. Na sequência, apresentamos as considerações finais, nas quais discutimos as potencialidades e os limites da proposta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estratégia pedagógica adotada neste trabalho, conforme evidenciado nos resultados apresentados, contribuiu significativamente para a promoção de aprendizagens em Física, ao possibilitar que os estudantes se envolvessem ativamente em processos investigativos mediados pela construção de luminárias e motores. Este processo possibilitou que os estudantes visualizassem fenômenos elétricos na prática, o que, em nosso entendimento, favoreceu a compreensão de conceitos abstratos, como corrente elétrica, tensão elétrica e potência elétrica.

Entre as principais potencialidades da proposta, destacamos o desenvolvimento de habilidades práticas e investigativas, relacionadas à montagem de circuitos, realização de testes e validação dos protótipos. Ainda podemos mencionar o desenvolvimento de habilidades científicas e acadêmicas, como planejamento, registro, argumentação e comunicação de resultados. Observamos, também, o fortalecimento de competências atitudinais e procedimentais, tais como autonomia, responsabilidade, trabalho colaborativo e tomada de decisões diante de problemas práticos.

A incorporação de elementos do *design* ampliou o caráter interdisciplinar da atividade, promovendo articulações com áreas como Artes, Matemática, Tecnologia e Linguagem, além de favorecer o diálogo com dimensões empreendedoras e socioculturais, em consonância com as diretrizes dos IFAs.

A implementação da proposta também evidenciou limites que precisam ser considerados. A carga horária reduzida do componente curricular impôs restrições ao aprofundamento teórico de alguns conteúdos e à ampliação das etapas investigativas. A disponibilidade limitada de recursos materiais e a necessidade de aquisição de insumos pelos próprios estudantes demandaram adaptações constantes. Somam-se a isso as dificuldades relacionadas ao espaço físico, tanto para a construção simultânea dos protótipos quanto para a exposição dos trabalhos, além do tempo necessário para mediações mais individualizadas por parte do professor em turmas numerosas. Também destacamos os desafios ligados à nossa própria formação docente para o planejamento e à condução de propostas investigativas em componentes curriculares ainda em consolidação.

Apesar desses limites, a experiência demonstra que, mesmo em condições restritivas, é possível conceber e desenvolver práticas pedagógicas alinhadas às diretrizes do Novo Ensino Médio e que promovam aprendizagens nas Ciências da Natureza por meio de investigações e projetos. Nesse sentido, o trabalho reforça a importância de políticas de formação continuada, de investimentos em

infraestrutura escolar e de espaços institucionais de discussão, de modo a permitir que os docentes tenham condições de desenvolver tais projetos no contexto dos IFAs.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Lei nº 14.945**, de 31 de julho de 2024. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), para instituir a Política Nacional de Ensino Médio e redefinir a organização curricular dessa etapa da educação básica. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 1º ago. 2024a. Disponível em: <<https://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 14 dez. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Políticas e Diretrizes para a Educação Integral. Coordenação-Geral de Ensino Médio. **Documento de subsídios para elaboração das diretrizes operacionais para implementação dos itinerários formativos de aprofundamento**. Brasília: Ministério da Educação, nov. 2024b.

BRUNO, Gabriel da Silva ; CAROLEI, Paula . **Contribuições do Design para o Ensino de Ciências por Investigação**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 3, p. 851-878, 2018.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências didáticas investigativas. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.