

**RESSIGNIFICAÇÃO
CONCEITUAL DO EFEITO
FOTOELÉTRICO NO ENSINO
MÉDIO: UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA AUSUBELIANA
MEDIADA POR HISTÓRIAS
EM QUADRINHOS E JOGO
DE TABULEIRO**

**A CONCEPTUAL RE-SIGNIFICATION OF THE PHOTOELECTRIC EFFECT IN
HIGH SCHOOL: AN AUSUBELIAN DIDACTIC SEQUENCE MEDIATED BY
COMIC STRIPS AND A BOARD GAME**

Ciências Exatas e da Terra • 23/04/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/776885556](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/776885556)

Marcos Moreira do Nascimento¹

José Vicente Cardoso Santos²

Melina Silva de Lima Santos³

RESUMO

As demandas pelo entendimento do efeito fotoelétrico são crescentes em todo o mundo, não apenas por seu uso cada vez maior nos processos tecnológicos, bem como por redução da carga horária por conteúdos em todo o processo formativo. No Brasil, não é diferente, de forma que essa pesquisa, desenvolvida no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Polo 60 da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), ressignifica o conceito do efeito fotoelétrico, mediante a proposição de uma sequência didática Ausubeliana, de forma que nesse contexto, formula-se como problema de pesquisa a indagação em que medida uma sequência didática ausubeliana, mediada por histórias em quadrinhos e jogo de tabuleiro, pode favorecer a construção de significados substantivos e não arbitrários acerca do efeito fotoelétrico culminando com o objetivo geral que consiste em elaborar e estruturar uma sequência didática que promova a aprendizagem significativa desse conceito, articulando diferentes registros de representação e estratégias pedagógicas. Como objetivos específicos, propõe-se: (a) desenvolver uma história em quadrinhos como organizador prévio; (b) construir um jogo de tabuleiro como instrumento de consolidação conceitual; e (c) implementar instrumentos avaliativos interativos. A metodologia caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem qualitativa, com suporte em revisão bibliográfica e desenvolvimento de produto educacional, estruturado sob os princípios da engenharia didática. Resultados em aplicações iniciais são promissores no registro de que a mediação por linguagem narrativa e estratégias lúdicas contribui significativamente para a ressignificação dos conceitos associados, maior engajamento discente e a construção de conhecimentos significativos no campo da Física Moderna.

Palavras-chave: Efeito fotoelétrico; Aprendizagem significativa; Gamificação; Recursos didáticos; Ensino médio; Física Moderna.

ABSTRACT

The demand for understanding the photoelectric effect is growing worldwide, not only due to its increasing use in technological processes, but also due to the reduction in teaching hours dedicated to this content throughout the educational process. Brazil is no exception, and this research, developed within the National Professional Master's Program in Physics Teaching (MNPEF), Polo 60 of the State University of Bahia (UNEB), redefines the concept of the photoelectric effect by proposing an Ausubelian didactic sequence. In this context, the research problem is formulated as follows: to what extent can an Ausubelian didactic sequence, mediated by comic strips and a board game, favor the construction of substantive and non-arbitrary meanings about the photoelectric effect? The general objective is to develop and structure a didactic sequence that promotes meaningful learning of this concept, articulating different representational registers and pedagogical strategies. Specific objectives include: (a) developing a comic strip as a pre-organizer; (b) to construct a board game as an instrument for conceptual consolidation; and (c) to implement interactive assessment instruments. The methodology is characterized as qualitative research, supported by a literature review and the development of an educational product, structured under the principles of didactic engineering. Results from initial applications are promising, indicating that mediation through narrative language and playful strategies significantly contributes to the re-signification of associated concepts, greater student engagement, and the construction of meaningful knowledge in the field of Modern Physics.

Keywords: Photoelectric effect; Meaningful learning; Gamification; Teaching resources; High school; Modern physics.

1. INTRODUÇÃO

A consolidação da ciência moderna, especialmente entre os séculos XIX e XX, esteve profundamente associada ao avanço das investigações sobre a natureza da luz, da matéria e das interações em escala microscópica, culminando no surgimento da mecânica quântica como um novo paradigma científico. Esse movimento, marcado por uma ruptura epistemológica em relação à física clássica, redefiniu os modos de interpretar fenômenos naturais e impulsionou o desenvolvimento tecnológico contemporâneo (Kuhn, 2012).

Nesse contexto, destacam-se as contribuições de pesquisadores como Max Planck, Albert Einstein e Niels Bohr, cujos trabalhos estabeleceram as bases conceituais da quantização da energia e da dualidade onda-partícula.

Dentre os fenômenos que simbolizam essa transição paradigmática, o efeito fotoelétrico ocupa posição central, uma vez que sua explicação por Albert Einstein, em 1905, consolidou a ideia de que a luz é constituída por quantas de energia, posteriormente denominados fótons de forma que tal compreensão não apenas ampliou os fundamentos da física moderna, como também viabilizou aplicações tecnológicas essenciais, como células fotovoltaicas, sensores ópticos e dispositivos eletrônicos avançados (Gil-pérez; Martínez-torregrosa, 2008).

Assim, o efeito fotoelétrico configura-se como um conteúdo estratégico para a compreensão das bases científicas que sustentam

a sociedade contemporânea.

Diante desse cenário, os sistemas educacionais passaram a enfrentar o desafio de incorporar conceitos da Física Moderna e Contemporânea (FMC) ao currículo da educação básica, considerando tanto sua relevância científica quanto sua complexidade conceitual.

A literatura internacional evidencia que o ensino desses conteúdos é fundamental para a formação de cidadãos capazes de compreender criticamente os avanços tecnológicos e científicos, embora a elevada abstração envolvida - como a dualidade onda-partícula e a interação radiação-matéria - imponha dificuldades significativas ao processo de ensino e aprendizagem (Gil-pérez; Martínez-torregrosa, 2008).

No contexto brasileiro, essa problemática adquire contornos ainda mais desafiadores, uma vez que a necessidade de atualização curricular convive com limitações estruturais, formativas e didáticas. Documentos normativos, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), enfatizam a importância do desenvolvimento do pensamento científico, da argumentação baseada em evidências e da contextualização do conhecimento, reforçando a inserção de temas da Física Moderna no Ensino Médio (Brasil, 2018).

Entretanto, estudos indicam que a formação docente, a escassez de materiais didáticos adequados e a distância entre os conteúdos acadêmicos e a realidade escolar dificultam a efetiva implementação dessas propostas (Ostermann; Moreira, 2000; Sbf, 2013).

Nesse cenário, destaca-se a criação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), coordenado pela

Sociedade Brasileira de Física, como uma iniciativa voltada à qualificação docente e à produção de materiais educacionais inovadores. O programa busca articular teoria e prática por meio do desenvolvimento de produtos educacionais que contribuam para a melhoria do ensino de Física na educação básica, especialmente no que se refere à abordagem de conteúdos complexos (Sbf, 2013).

À luz dessas demandas, ganha relevância a utilização de referenciais teóricos capazes de sustentar práticas pedagógicas mais eficazes. Dentre esses, a Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel, destaca-se ao defender que a aprendizagem ocorre de maneira efetiva quando novos conhecimentos se relacionam, de forma não arbitrária e substantiva, com os conhecimentos prévios dos estudantes (Ausubel, 2003; Moreira, 2011).

Nessa perspectiva, a organização do ensino por meio de sequências didáticas estruturadas e o uso de organizadores prévios tornam-se estratégias fundamentais para favorecer a construção de significados.

Paralelamente a esse cenário verifica-se também que pesquisas no campo do ensino de Física indicam que a utilização de recursos didáticos diversificados - como representações visuais, simulações, narrativas e atividades lúdicas - pode contribuir significativamente para a compreensão de conceitos abstratos, ao promover a articulação entre diferentes registros de representação e facilitar a transposição didática do conhecimento científico (Pacca; Villani, 2000).

No contexto brasileiro, tais abordagens tornam-se ainda mais relevantes diante das desigualdades de acesso a recursos

tecnológicos e das limitações estruturais das escolas, exigindo propostas pedagógicas contextualizadas e adaptáveis à realidade dos estudantes.

Assim, no plano local, evidencia-se a necessidade de desenvolvimento de sequências didáticas fundamentadas teoricamente, que articulem inovação pedagógica, contextualização e rigor conceitual. Nesse sentido, produtos educacionais elaborados no âmbito do MNPEF têm contribuído para a democratização do ensino de Física, ao oferecer estratégias concretas e alinhadas às demandas reais das salas de aula (Rezende; Ostermann, 2015).

Dessa forma, compreender o percurso que vai das transformações globais da ciência à realidade educacional brasileira implica reconhecer a importância de propostas didáticas que promovam a ressignificação conceitual de conteúdos fundamentais, como o efeito fotoelétrico. Tal movimento articula teoria e prática, ciência e ensino, inovação e contexto, configurando-se como um compromisso com a formação científica crítica e significativa dos estudantes.

Nesse contexto, justifica-se a presente pesquisa ao propor uma sequência didática fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa, visando favorecer a compreensão do efeito fotoelétrico como fenômeno central da Física Moderna. Considera-se que a abordagem estruturada desse conteúdo possibilita a integração de conhecimentos prévios, a construção de relações conceituais não arbitrarias e o desenvolvimento de uma aprendizagem efetivamente significativa, conforme defendido por Ausubel (2003), Moreira (2011) e Zabala (1998).

Com isso pode-se observar o seguinte desenho para a pesquisa:

Figura 1: Desenho da pesquisa



Fonte: (Próprios autores, 2026)

Assim, com o exposto, registra-se que a pesquisa tem como objetivo geral a elaboração e estruturação de uma sequência didática que promova a aprendizagem significativa desse conceito, articulando diferentes registros de representação e estratégias pedagógicas. Como objetivos específicos, propõe-se: (a) desenvolver uma história em quadrinhos como organizador prévio, capaz de contextualizar histórica e epistemologicamente o fenômeno; (b) construir um jogo de tabuleiro como instrumento de consolidação conceitual, favorecendo processos de reconciliação integrativa e diferenciação progressiva; e (c) implementar instrumentos avaliativos interativos, voltados à identificação de dificuldades e à regulação da aprendizagem.

Para consolidar esses objetivos adota-se uma metodologia lastreada como pesquisa de natureza aplicada, uma vez que visa à elaboração, implementação e avaliação de um produto educacional - uma

sequência didática - voltado ao ensino do efeito fotoelétrico no Ensino Médio. Tal orientação insere-se no campo das pesquisas em ensino, nas quais o conhecimento produzido está diretamente articulado à resolução de problemas concretos da prática pedagógica (Prodanov; Freitas, 2013).

No que se refere à abordagem, adota-se uma perspectiva qualitativa, centrada na compreensão dos processos de construção de significados pelos estudantes, bem como nas interações estabelecidas no contexto da sala de aula. Esse tipo de abordagem privilegia a interpretação dos fenômenos educacionais em sua complexidade, considerando dimensões cognitivas, sociais e culturais envolvidas no processo de aprendizagem (Minayo, 2010).

Quanto a classificação dos objetivos, a pesquisa apresenta caráter exploratório e descritivo. Exploratório, por buscar aprofundar a compreensão acerca das dificuldades associadas ao ensino do efeito fotoelétrico e das potencialidades de abordagens didáticas inovadoras; descritivo, por registrar, analisar e interpretar os fenômenos observados durante a aplicação da sequência didática (Gil, 2002; Gil, 2008).

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, a investigação estrutura-se como estudo de caso, associado à pesquisa-ação. O estudo de caso permite examinar o fenômeno em seu contexto real, preservando suas características essenciais (Yin, 2001), enquanto a pesquisa-ação possibilita a articulação entre diagnóstico, intervenção e reflexão crítica, promovendo a transformação da prática educativa ao mesmo tempo em que produz conhecimento científico (Lakatos; Marconi, 2004).

Adicionalmente, a pesquisa fundamenta-se em revisão bibliográfica, que subsidia teoricamente a construção da sequência didática, reunindo contribuições sobre o efeito fotoelétrico, o ensino de Física Moderna e a Teoria da Aprendizagem Significativa. Conforme destacam Lakatos e Marconi (2003), a revisão da literatura permite reorganizar e reinterpretar conhecimentos previamente estabelecidos sob novas perspectivas analíticas.

A classificação metodológica, portanto, configura-se como híbrida, integrando múltiplas dimensões - aplicada, qualitativa, exploratória, descritiva, bibliográfica, estudo de caso e pesquisa-ação - orientadas pelos métodos hipotético-dedutivo e dialético, os quais permitem tanto a formulação e verificação de hipóteses quanto a análise das contradições presentes no processo educativo (Gil, 2008).

Não se pode ignorar que as técnicas de coleta de dados envolveram observação direta, aplicação de questionários e análise de produções dos estudantes. A utilização de múltiplos instrumentos possibilita a triangulação dos dados, aumentando a consistência e a validade das interpretações (Minayo, 2010).

Sobre o itinerário metodológico pode-se registrar em Figura 2, a seguir:

Figura 2: Itinerário Metodológico da Pesquisa

Itinerário Metodológico: O Ensino do Efeito Fotoelétrico



Fonte: (Próprios autores, 2026)

O itinerário metodológico foi estruturado em etapas progressivas, organizadas de modo a favorecer os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, conforme proposto pela Teoria da Aprendizagem Significativa, e que podem ser enumerados conforme o Quadro 1, a seguir:

Quadro 1: Enumeração das Etapas do Itinerário Metodológico Proposto

Etapas	Ações e Características
Etapa 1 Revisão Bibliográfica (fundamentar teoricamente)	Contemplando estudos sobre o efeito fotoelétrico, o ensino de Física Moderna e os pressupostos da aprendizagem significativa. Essa etapa permitiu delinear os referenciais conceituais e pedagógicos que orientaram a elaboração da sequência didática (Lakatos; Marconi, 2003).
Etapa 2 Elaboração do Produto Educacional	Estruturado em diferentes momentos didáticos, incluindo o uso de história em quadrinhos como organizador prévio, atividades conceituais orientadas, jogo de tabuleiro para consolidação do conhecimento e instrumentos avaliativos interativos. Essa organização buscou articular diferentes registros de representação e

	estratégias pedagógicas, promovendo a construção de significados de forma não arbitrária.
Etapa 3 Aplicação em Contexto Real	A etapa de aplicação ocorreu em contexto real de sala de aula, permitindo observar a interação dos estudantes com os recursos propostos e identificar dificuldades, avanços e estratégias cognitivas mobilizadas durante o processo de aprendizagem.
Etapa 4 Análise de Dados	Feito com base nos registros obtidos por meio das diferentes técnicas de coleta, buscando compreender os impactos da intervenção didática na ressignificação conceitual do efeito fotoelétrico.

Fonte: (Próprios autores, 2026)

Com isso a pesquisa foi desenvolvida com uma turma do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual, configurando uma amostra intencional, selecionada em função de sua pertinência aos objetivos do estudo (Prodanov; Freitas, 2013). O contexto investigado caracteriza-se por limitações estruturais e socioeconômicas, comuns a grande parte das escolas públicas brasileiras, o que reforça a relevância da proposição de estratégias didáticas acessíveis e contextualizadas.

O produto educacional foi aplicado no Colégio Estadual Vera Lux, localizado em Salvador (BA), instituição que atende predominantemente estudantes em situação de vulnerabilidade social. Dados educacionais indicam desafios significativos no desempenho acadêmico, evidenciando a necessidade de intervenções pedagógicas inovadoras que contribuam para a melhoria da aprendizagem (Aratu on, 2025).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Sobre os Processos de Ensino e Aprendizagem

A compreensão dos processos de ensino e aprendizagem em Física Moderna requer referenciais teóricos capazes de explicar a construção de significados diante de conteúdos altamente abstratos. Nesse contexto, a Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel, destaca-se ao afirmar que a aprendizagem ocorre quando novas informações se ancoram, de forma não arbitrária e substantiva, em conhecimentos prévios - os subsunçores (Ausubel, 2003). A operacionalização dessa perspectiva envolve o uso de organizadores prévios, que funcionam como pontes cognitivas e favorecem processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, essenciais para a estruturação do conhecimento (Ausubel, 2003; Moreira, 2011).

De forma complementar, a teoria dos registros de representação semiótica enfatiza a necessidade de articulação entre diferentes formas de representação - como linguagem verbal, matemática e visual - para a compreensão conceitual (Duval, 2003), enquanto a Teoria dos Campos Conceituais ressalta que o domínio de um conceito se dá em um conjunto de situações que mobilizam esquemas e invariantes operatórios (Vergnaud, 1990). No âmbito didático, a sequência didática, conforme definida por Zabala (1998), organiza o ensino em etapas progressivas e articuladas, ao passo que a transposição didática evidencia a necessidade de adaptar o saber científico ao contexto escolar sem perder seu rigor (Chevallard, 1991).

Nesse cenário, o uso de recursos como histórias em quadrinhos e jogos educativos configura-se como estratégia mediadora da aprendizagem, ao integrar diferentes linguagens e promover maior

engajamento dos estudantes (Kishimoto, 2011). Tais abordagens contribuem para superar dificuldades recorrentes no ensino de Física Moderna, frequentemente associadas à abstração conceitual e à distância entre conhecimento científico e experiência cotidiana (Ostermann; Moreira, 2000). Assim, a articulação entre esses referenciais teóricos oferece uma base consistente para a elaboração de sequências didáticas voltadas à ressignificação conceitual do efeito fotoelétrico no Ensino Médio.

2.2. A Teoria da Aprendizagem Significativa e a Prática Docentes

No campo das teorias cognitivas, a Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel, destaca-se ao enfatizar o papel da estrutura cognitiva na assimilação de novos conhecimentos. Conforme Moreira e Masini (1982), a aprendizagem é compreendida como um processo de organização e reorganização de significados, no qual novas informações se integram a estruturas conceituais previamente existentes. Em sua formulação ampliada, Ausubel (2003) estabelece que a aprendizagem significativa ocorre quando há relações substantivas, não arbitrárias e não literais entre novos conteúdos e conhecimentos prévios, exigindo tanto a organização lógica do material quanto a predisposição do aprendiz (Ausubel, 2003; Moreira, 2011).

Elemento central dessa teoria é o conceito de subsunção, entendido como o conhecimento prévio que serve de base para a ancoragem de novas ideias. A estrutura cognitiva, organizada hierarquicamente, determina a qualidade da aprendizagem, sendo essencial considerar o repertório do estudante no planejamento didático (Moreira, 2006; Moreira, 2011). Nesse contexto, a aprendizagem por recepção significativa implica que o aluno atribua sentido a

conteúdos previamente organizados, desde que estes sejam potencialmente significativos e compatíveis com seu nível cognitivo (Ausubel, 2003).

A teoria também descreve diferentes modalidades de aprendizagem - subordinada, superordenada e combinatória -, além dos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, fundamentais para a reorganização cognitiva (Moreira; Masini, 1982; Moreira, 2011). Tais princípios fornecem uma base teórica consistente para o ensino de conceitos complexos, como o efeito fotoelétrico, ao orientar práticas pedagógicas que valorizam a mediação docente, a organização hierárquica dos conteúdos e a construção ativa de significados, contribuindo para a ressignificação conceitual no Ensino Médio.

A análise documental do repositório do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) evidencia a presença recorrente da Teoria da Aprendizagem Significativa como referencial teórico nas produções do programa. Das 16 dissertações examinadas, cinco indicam explicitamente o uso dessa teoria, correspondendo a 31,25% da amostra, o que demonstra sua relevância como eixo estruturante de propostas que articulam teoria e prática no ensino de Física (Mnpef, 2023). Tal predominância pode ser compreendida pela capacidade explicativa da teoria de David Ausubel, especialmente no que se refere à construção de significados a partir da interação entre novos conhecimentos e estruturas cognitivas previamente estabelecidas (Ausubel, 2003; Moreira, 2011).

No campo das práticas educativas, a literatura destaca que a aprendizagem significativa contribui para a formação dos

estudantes ao favorecer a compreensão conceitual e a articulação entre conhecimento científico e realidade cotidiana. Silva e Schirlo (2014) ressaltam a importância de uma mediação pedagógica sensível ao contexto sociotecnológico dos discentes, enquanto estudos como os de Silva-pires, Trajano e Araujo-jorge (2020) evidenciam o potencial de recursos lúdicos, como jogos educativos, na promoção de aprendizagens mais estáveis, por meio da integração de múltiplas linguagens e da participação ativa dos estudantes.

De modo mais amplo, a efetividade da Teoria da Aprendizagem Significativa no ensino de Física depende da articulação entre formação docente, recursos didáticos e estratégias metodológicas coerentes com seus princípios. Nesse contexto, o uso de tecnologias digitais, atividades experimentais, jogos e organizadores prévios apresenta-se como alternativa promissora para promover aprendizagens profundas e duradouras (Ausubel, 2003; Tironi et al., 2013; Silva; Schirlo, 2014). Assim, os dados analisados reforçam a necessidade de ampliar investigações que integrem esse referencial teórico a práticas pedagógicas inovadoras, especialmente no ensino de conteúdos complexos, como o efeito fotoelétrico.

2.3. Desafios e Perspectivas do Ensino do Efeito Fotoelétrico no Ensino Médio

O ensino do efeito fotoelétrico no Ensino Médio ainda enfrenta desafios significativos, tanto no plano conceitual quanto metodológico. Apesar do consenso sobre a importância da inserção da Física Moderna e Contemporânea na educação básica, persiste uma lacuna entre esse reconhecimento e sua efetiva implementação em sala de aula. Conforme destacam Ostermann e

Moreira (2000), são escassos os estudos que apresentam intervenções didáticas acompanhadas de evidências empíricas, evidenciando um distanciamento entre a produção acadêmica e a prática escolar.

Esse cenário é agravado pelas dificuldades conceituais dos estudantes. Silva e Errobidart (2015) apontam equívocos recorrentes, como a confusão entre intensidade e frequência da radiação, a compreensão inadequada da função trabalho e fragilidades em conceitos ondulatórios, além de limitações em operações matemáticas básicas. Paralelamente, análises de materiais didáticos indicam que a abordagem do efeito fotoelétrico ainda é predominantemente algébrica, com pouca ênfase na compreensão conceitual, na contextualização histórica e nas relações com aplicações tecnológicas, o que contribui para a fragmentação do conhecimento (Turuda; Assunção, 2019).

Diante dessas limitações, torna-se necessária a adoção de propostas didáticas que superem abordagens tradicionais, incorporando estratégias que promovam a construção de significados e a integração entre diferentes dimensões do conhecimento. Nesse sentido, a articulação entre fundamentos teóricos consistentes, recursos didáticos diversificados e práticas pedagógicas contextualizadas apresenta-se como um caminho promissor para a ressignificação conceitual do efeito fotoelétrico no Ensino Médio.

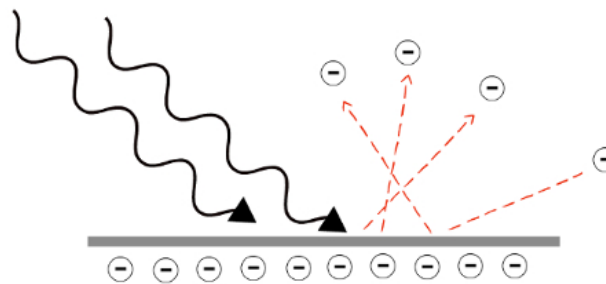
Sob a perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel, a sequência didática assume então papel fundamental ao organizar o conteúdo de forma hierárquica e logicamente estruturada, favorecendo a ancoragem de novos conhecimentos nos subsunçores já existentes na estrutura cognitiva

dos estudantes. Nesse sentido, conforme destacam Ausubel (2003) e Moreira (2011), o planejamento didático deve considerar tanto a organização conceitual do conteúdo quanto as características do público-alvo, de modo a promover aprendizagens não arbitrárias e substantivas.

2.4. A Física do Efeito Fotoelétrico

De acordo com Eisberg e Resnick (1979, p. 51), o efeito fotoelétrico é um fenômeno que “consiste na emissão de elétrons de uma superfície, devido à incidência de luz sobre essa superfície”, conforme ilustrado na Figura 3, a seguir:

Figura 3: Representação do Efeito fotoelétrico



Fonte: (Brasil Escola, 2025)

A origem do estudo do efeito fotoelétrico remonta ao final do século XIX, em um contexto marcado pelo intenso desenvolvimento da teoria eletromagnética e pelas investigações experimentais acerca da propagação das ondas eletromagnéticas. Nesse cenário, destaca-se o trabalho do físico alemão Heinrich Rudolf Hertz, que, em 1887, ao realizar experimentos destinados a comprovar experimentalmente as previsões teóricas de James Clerk Maxwell, observou um fenômeno inesperado relacionado à interação entre radiação e matéria.

Durante suas investigações, Hertz utilizava um sistema composto por uma antena emissora e outra receptora, entre as quais se estabeleciam descargas elétricas na forma de centelhas. Ao gerar uma faísca na antena emissora, verificou-se a ocorrência simultânea de uma centelha na antena receptora, indicando a propagação de ondas eletromagnéticas pelo espaço. Contudo, ao modificar as condições experimentais, Hertz observou que a intensidade da centelha na antena receptora variava em função da exposição à radiação luminosa, especialmente na faixa do ultravioleta.

Na tentativa de compreender esse comportamento, Hertz construiu um aparato experimental que permitia controlar a incidência de luz sobre a antena receptora. Os resultados evidenciaram que a emissão de centelhas era significativamente reduzida quando a superfície metálica não estava exposta à radiação ultravioleta, sugerindo que essa radiação desempenhava um papel facilitador na emissão de cargas elétricas. Embora não tenha se dedicado à explicação teórica do fenômeno, Hertz reconheceu sua relevância experimental e o registrou como um efeito associado à interação entre luz e eletricidade.

Esse achado, ainda que não compreendido à época, constitui uma das primeiras evidências experimentais do que viria a ser posteriormente denominado efeito fotoelétrico. A ausência de uma explicação teórica adequada naquele momento reflete as limitações da física clássica em interpretar fenômenos envolvendo a natureza da radiação, questão que seria posteriormente abordada no contexto da física quântica. Assim, os experimentos de Hertz desempenham papel fundamental na gênese desse campo de investigação, ao revelar um fenômeno que desafiava os paradigmas

científicos vigentes e abrir caminho para desenvolvimentos teóricos subsequentes.

O Fenômeno permaneceu sem uma explicação consistente até 1905, quando o físico alemão Albert Einstein apresenta sua interpretação. Utilizando-se da ideia do físico Max Planck, de que a energia era emitida e absorvida em pacotes discretos de energia, Einstein supõe que a luz (radiação eletromagnética) era composta por partículas, cuja energia é proporcional à frequência da radiação, representada pela equação (1):

$$E = h \cdot \nu$$

Onde

E

é a energia do fóton,

h

é a constante de Planck e

ν

é a frequência da radiação incidente. Assim a energia do fóton pode ser transferida integralmente a um elétron. Se essa energia exceder o valor do trabalho de extração (W), o elétron é emitido com energia cinética máxima, como explicitado na equação (2):

$$E_{cmax} = h\nu - w$$

Essa formulação não apenas explicou os resultados experimentais de Hertz, mas também rompeu com a concepção clássica de luz como onda puramente contínua. Como destaca Ribeiro (2002), a teoria de Einstein sobre o efeito fotoelétrico constitui um dos pilares da Física Moderna. Sua relevância foi reconhecida com o Prêmio Nobel de Física em 1921.

3. A PROPOSTA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA: GAMES E HQ

3.1. Descrição do Produto Educacional

O produto educacional desenvolvido consiste em uma sequência didática estruturada à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel, com o objetivo de promover a ressignificação conceitual do efeito fotoelétrico no Ensino Médio.

A proposta fundamenta-se na premissa de que a aprendizagem ocorre de forma efetiva quando novos conhecimentos se relacionam, de maneira não arbitrária e substantiva, à estrutura cognitiva previamente constituída dos estudantes. Nesse sentido, a organização do material didático foi concebida de forma intencional, progressiva e articulada, em consonância com a definição de sequência didática apresentada por Antoni Zabala, que a compreende como um conjunto de atividades estruturadas e orientadas para objetivos educacionais específicos (Zabala, 1998), e está descrita, de forma pictográfica, na Figura 4, a seguir:

Figura 4: Ressignificação Proposta



Fonte: (Próprios autores, 2026).

A proposta reconhece que os materiais instrucionais são, por natureza, apenas potencialmente significativos, uma vez que o significado não reside nos recursos didáticos em si, mas na interação estabelecida pelo aprendiz com o conteúdo (Ausubel, 2003; Moreira, 2011). Assim, a sequência foi planejada para favorecer a ancoragem cognitiva de conceitos fundamentais - como efeito fotoelétrico, fóton, frequência e quantização - em conhecimentos prévios dos estudantes, tais como luz, energia e matéria, promovendo a construção de significados mais estáveis e articulados.

Do ponto de vista teórico, a elaboração da sequência considerou os principais elementos da teoria ausubeliana, incluindo as modalidades de aprendizagem significativa - subordinada, superordenada e combinatória - e os princípios programáticos da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa. A aprendizagem subordinada ocorre quando novos conteúdos se ancoram em conceitos mais gerais já existentes; a superordenada envolve a construção de conceitos mais abrangentes que reorganizam conhecimentos prévios; enquanto a aprendizagem combinatória se caracteriza pela integração de ideias que não estabelecem relações hierárquicas diretas, mas que compartilham atributos relevantes (Ausubel, 2003; Moreira, 2011).

Os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa orientaram a organização das atividades, de modo que conceitos mais gerais fossem apresentados inicialmente, sendo posteriormente diferenciados em níveis crescentes de especificidade. Paralelamente, buscou-se promover a integração de significados e a superação de possíveis conflitos conceituais, favorecendo a reorganização da estrutura cognitiva dos estudantes.

Como estratégia didática central, a sequência incorpora o uso de organizadores prévios, materializados por meio de uma história em quadrinhos, que introduz os conceitos de forma contextualizada e acessível, preparando cognitivamente os estudantes para a aprendizagem subsequente. Esse recurso articula linguagem verbal e visual, facilitando a construção inicial de significados e estabelecendo conexões com o conhecimento cotidiano.

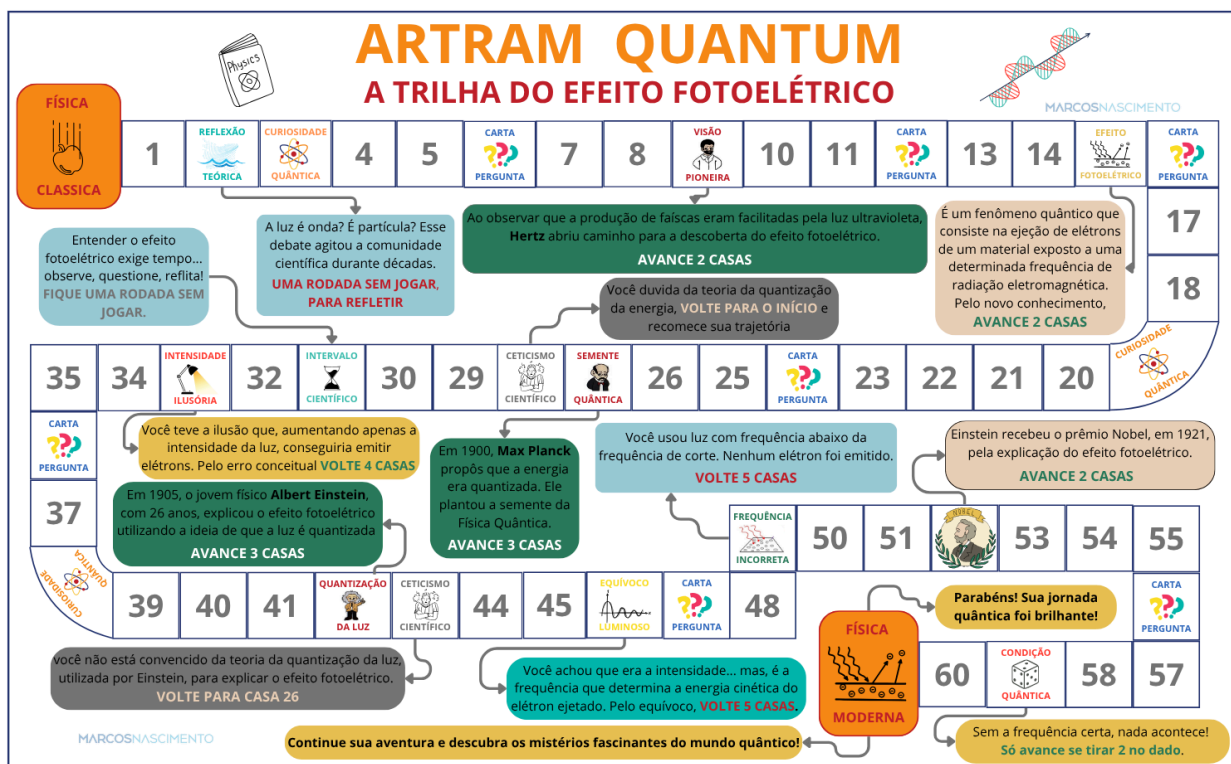
Adicionalmente, foram utilizados mapas conceituais como instrumentos de avaliação formativa, permitindo analisar como os estudantes estruturam, hierarquizam e relacionam os conceitos abordados. Conforme destacam Joseph Novak e D. Bob Gowin, os mapas conceituais constituem ferramentas eficazes para representar a organização cognitiva do conhecimento, possibilitando identificar evidências de aprendizagem significativa (Novak; Gowin, 1996).

A proposta também enfatiza o papel do professor como mediador do processo de aprendizagem, responsável por orientar as interações, promover questionamentos e favorecer a construção de significados. Nesse contexto, a avaliação é concebida como um processo contínuo e formativo, voltado não apenas à verificação de respostas corretas, mas à identificação de evidências de compreensão conceitual e de reorganização cognitiva.

Dessa forma, o produto educacional articula fundamentos teóricos e estratégias pedagógicas em uma estrutura coerente, visando à promoção de uma aprendizagem significativa e à ressignificação conceitual do efeito fotoelétrico, em consonância com as demandas contemporâneas do ensino de Física.

Assim, o produto educacional estrutura uma abordagem coerente, contextualizada e cognitivamente orientada para o ensino do efeito fotoelétrico, articulando teoria pedagógica, recursos didáticos e estratégias avaliativas para favorecer a aprendizagem significativa dos estudantes, conforme se verifica no Figura 2, a seguir, no seu tabuleiro:

Figura 5: Artram quantum - A trilha do efeito fotoelétrico.



Fonte: (Próprios Autores, 2025).

Trata-se então de um produto que combina elementos narrativos e gráficos - como a utilização de uma história em quadrinhos - com atividades investigativas, experimentações acessíveis, elaboração de um jogo de tabuleiro e uso de recursos digitais.

Cada uma dessas etapas foi planejada para mobilizar competências previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), particularmente aquelas que envolvem a construção de modelos explicativos, argumentação científica e análise crítica de fenômenos

físicos, articulando teoria, prática e ludicidade em um percurso pedagógico inovador (Brasil, 2018).

3.2. A Sequência Didática

A sequência didática apresentada, concebida como produto educacional, fundamenta-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, considerando como elementos centrais os conhecimentos prévios dos estudantes, suas experiências e o contexto sociocultural da escola pública em que foi implementada. Essa perspectiva reconhece tais fatores como determinantes para a construção de significados no processo de aprendizagem.

Estruturada em seis momentos pedagógicos e doze etapas, a proposta articula atividades presenciais e estudos orientados extraclasse, buscando promover um processo de aprendizagem progressivo, ativo e integrador. No âmbito pedagógico, integra conteúdos da Física Moderna - com ênfase no efeito fotoelétrico - a estratégias diversificadas, como histórias em quadrinhos enquanto organizadores prévios, mapas conceituais como instrumentos de sistematização e avaliação formativa, e jogos de tabuleiro como recurso lúdico para consolidação conceitual.

Essa organização didática alinha-se aos princípios da aprendizagem significativa ao favorecer a progressão conceitual, a integração de conhecimentos e a participação ativa dos estudantes. Conforme destaca Moreira (2011), a efetividade da aprendizagem depende não apenas da relevância dos conteúdos, mas da forma como são organizados para promover interações substantivas com a estrutura cognitiva do aprendiz, configurando a sequência didática como um

instrumento de mediação pedagógica voltado à ressignificação conceitual no ensino de Física.

Para favorecer a compreensão global da proposta, apresenta-se a seguir um quadro-síntese (Quadro 2) contendo os momentos e etapas que constituem a sequência didática.

Quadro 2: Estrutura da sequência didática

Momento	Etapas	Tipo de atividade	Descrição	Habilidades
1- Ativação dos conhecimentos prévios	1	Estudo orientado para casa.	Atividade diagnóstica para ativar conhecimentos prévios sobre luz, energia e fenômenos relacionados.	EM13CNT101 EM13CNT303 EM13CNT104
	2	Encontro presencial	Implementação do organizador prévio: leitura e discussão da HQ.	EM13CNT101 EM13CNT303
	3	Estudo orientado para casa.	Formulário interativo com base na HQ e na atividade diagnóstica.	EM13CNT301 EM13CNT302
2 - Retomada e formalização inicial	4	Encontro presencial	Roda de conversa e construção de mapa de ideias com base na HQ,	EM13CNT101 EM13CNT201 EM13CNT303

			relacionando conceitos como luz, fóton, frequência de corte e energia.	
	5	Estudo orientado para casa	Ficha didática com retomada e aprofundamento conceitual.	EM13CNT101 EM13CNT302 EM13CNT303
3 - Consolidação conceitual e experimental.	6	Encontro presencial	Resolução de exercícios e aplicação da equação $E = hf - w$.	EM13CNT101 EM13CNT301
	7	Estudo orientado para casa	Análise de vídeo sobre efeito fotoelétrico no eletroscópio de folha e relatório guiado.	EM13CNT101 EM13CNT302
4 - Reconciliação conceitual.	8	Encontro presencial	Discussão coletiva do relatório do vídeo e retomada de conceitos. Orientações sobre mapa conceitual.	EM13CNT101 EM13CNT201 EM13CNT301 EM13CNT302
	9	Estudo orientado para casa	Elaboração de mapa conceitual	EM13CNT302 EM13CNT303
5 - Revisão lúdica dos conceitos	10	Encontro presencial	Aplicação do jogo de tabuleiro.	EM13CNT301 EM13CNT302 EM13CNT303

6 - Avaliação formativa e encerramen to.	11	Encontro presencial	Discussão coletiva dos mapas conceituais.	EM13CNT301 EM13CNT302 EM13CNT303
	12	Estudo orientada para casa	Avaliação da sequência didática por formulário interativo.	Não mobiliza habilidades específicas de Ciências da Natureza.

Fonte: (Próprios Autores, 2025).

A sequência didática inicia-se com a ativação dos conhecimentos prévios (Momento 1), por meio de atividades diagnósticas que mobilizam experiências cotidianas dos estudantes relacionadas à luz e à energia, permitindo identificar subsunçores relevantes para a aprendizagem significativa (Ausubel, 2003).

Em seguida, utiliza-se uma história em quadrinhos como organizador prévio, introduzindo de forma contextualizada os conceitos do efeito fotoelétrico, seguida de um formulário interativo que favorece a reorganização conceitual e a reconciliação integrativa (Ausubel, 2003; Moreira, 2011).

No Momento 2, promove-se a retomada significativa por meio de discussões coletivas e da elaboração de um mapa de ideias, articuladas a atividades extraclasse que contribuem para a diferenciação progressiva e a consolidação dos significados (Moreira, 2011).

No Momento 3, a proposta avança para a formalização e aplicação dos conceitos, integrando resolução de exercícios e análise de

evidências experimentais, o que possibilita a articulação entre linguagem matemática, representações visuais e conceitos científicos, em consonância com a valorização da experimentação no ensino de Física (Brasil, 2006).

O Momento 4 concentra-se na mediação docente e na reconciliação conceitual, com análise coletiva das atividades e construção de mapas conceituais individuais, evidenciando processos de reorganização cognitiva característicos da aprendizagem significativa (Ausubel, 2003; Moreira, 2011).

Por fim, os Momentos 5 e 6 contemplam a consolidação e a avaliação formativa, utilizando um jogo de tabuleiro como estratégia lúdica de revisão e um conjunto de atividades reflexivas, incluindo análise coletiva e autoavaliação dos estudantes. Essas etapas favorecem a integração dos conhecimentos, o desenvolvimento da metacognição e a identificação de evidências de aprendizagem significativa, em alinhamento com as competências previstas na Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018).

A seguir, na Figura 6, é possível verificar a capa da revista em quadrinhos proposta:

Figura 6: Capa da revista em quadrinho (HQ) desenvolvida para a sequência didática.



Fonte: (Próprios autores, 2025)

Assim, pode-se registrar também que, de uma forma geral, os estudantes registraram em questionários que foram aplicados, explicações mais coerentes sobre o fenômeno bem como evidências de que os alunos percebem que a radiação da luz é capaz de aquecer a pele, porém, eles distinguem a radiação solar, da radiação ultravioleta e infravermelha, como se fossem fenômenos distintos, aparentemente, sem compreender que essas radiações compõem o espectro da própria radiação solar.

Alunos também expressaram idéias complementares e variadas, a exemplo, um deles afirmou que “a luz solar é uma forma de radiação eletromagnética que transporta energia”, apresentando uma resposta mais próxima da explicação científica, enquanto outro associou o aquecimento da pele “à energia que ela espalha pela atmosfera”, revelando uma confusão entre os processos de propagação térmica e irradiação.

De modo geral, as respostas obtidas nessa questão mostram que a maioria dos alunos reconhece empiricamente a capacidade da luz de provocar aquecimento, mas ainda não compreende a natureza física da radiação eletromagnética. Essas respostas iniciais fornecem indícios sobre o que Ausubel (2003) denomina estrutura cognitiva prévia, permitindo a elaboração de estratégias de ensino que favoreçam a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa dos conceitos que envolvem o efeito fotoelétrico.

Ressalta-se também que, durante o debate, buscou-se aprofundar as conexões entre as cenas da HQ e os conhecimentos prévios mobilizados na atividade diagnóstica. Aproveitou-se a discussão para retomar a analogia das “bolinhas de energia”, utilizada anteriormente, e relacioná-la à concepção de fóton. Também foram revisados os espectros da radiação solar e reforçado o papel fundamental da frequência e da intensidade na interação da luz com a matéria, estabelecendo paralelos com as respostas dos estudantes na etapa diagnóstica.

No que diz respeito à participação dos alunos, embora o debate tenha avançado, foi necessário um esforço maior de mediação para que os estudantes expressassem suas opiniões. Observou-se que muitos aguardavam a iniciativa dos colegas antes de contribuir, e somente após intervenções direcionadas é que passavam a se posicionar. Ainda assim, à medida que o diálogo progrediu, os grupos começaram a se engajar mais ativamente, especialmente quando perceberam que seus conhecimentos prévios eram relevantes para compreender o fenômeno apresentado.

4. COMENTÁRIOS FINAIS: PERSPECTIVAS E CONTINUIDADE DA PESQUISA

A principal contribuição dessa pesquisa foi consolidar a elaboração e estruturação de uma sequência didática para a promoção da aprendizagem significativa do efeito fotoelétrico na propositura de uma história em quadrinhos, como organizador prévio, além da construção de jogo de tabuleiro como instrumento de consolidação conceitual e avaliações efetivas associadas.

Apesar das limitações estruturais, o contexto mostrou-se favorável à implementação da proposta, uma vez que possibilitou analisar, em condições reais, o potencial de recursos como histórias em quadrinhos, jogos didáticos e instrumentos interativos para promover a aprendizagem significativa de conteúdos da Física Moderna.

A aplicação piloto da sequência didática apresentou resultados preliminares promissores, evidenciando maior engajamento dos estudantes, ampliação da participação nas atividades e indícios de ressignificação conceitual, o que reforça a pertinência da proposta no contexto investigado.

Como continuidade da pesquisa, propõe-se um estudo qualitativo voltado à análise da aplicação da sequência didática, com base nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa. O objetivo é compreender como os estudantes mobilizam conhecimentos prévios, reorganizam estruturas conceituais e avançam nos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa ao longo das atividades (Ausubel, 2003; Moreira, 2011). A investigação seguirá princípios éticos rigorosos, garantindo anonimato e priorizando a análise de produções dos estudantes - como respostas escritas, mapas conceituais e fichas didáticas -, além de registros reflexivos do pesquisador, conforme orientações de Minayo (2010).

Considerando o contexto escolar, prevê-se a realização das atividades preferencialmente em formato impresso, a fim de assegurar maior equidade de participação. O percurso analítico abrangerá, inicialmente, a identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes e a análise do papel do organizador prévio (história em quadrinhos) na construção inicial de significados. Também serão examinadas as respostas a instrumentos intermediários, buscando evidências de reorganização conceitual e avanços na compreensão de conceitos como frequência, intensidade da radiação e emissão de elétrons.

Em trabalhos futuros, ou seja, nos momentos subsequentes, a análise poderá focar na formalização e consolidação dos conceitos, investigando a articulação entre diferentes registros de representação e o papel de atividades lúdicas e avaliativas - como o jogo de tabuleiro e os mapas conceituais - na síntese cognitiva. Espera-se que os resultados subsidiem o aprimoramento da sequência didática e contribuam para o desenvolvimento de práticas pedagógicas fundamentadas na aprendizagem significativa e alinhadas às diretrizes da BNCC (Brasil, 2018).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARATU ON. **Confira ranking das melhores escolas de Salvador no Enem 2024.** Salvador, 15 jul. 2025. Disponível em: <https://aratuon.com.br/educacao/confira-ranking-das-melhores-escolas-de-salvador-no-enem-2024>. Acesso em: 2 abr 2026.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos:** Uma perspectiva cognitiva. Traduzido por Lígia Teopisto. Lisboa: Plátano, 2003.

BRASIL ESCOLA. **Efeito Fotoelétrico**. 2025. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/o-efeito-fotoeletrico.htm>

CHEVALLARD, Yves. **La transposition didactique**: du savoir savant au savoir enseigné. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1991.

DUVAL, Raymond. **Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento**. Revista Eletrônica de Educação Matemática, v. 2, n. 1, 2003.

EFEITO FOTOELÉTRICO explicado de forma didática. Brasil Escola, 2025. Disponível em: <https://www.brasilecola.uol.com.br/fisica/efeito-fotoeletrico.htm>. Acesso em: 01 dez. 2025.

EISBERG, Robert; RESNICK, Robert. **Física Quântica**: Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas. Rio de Janeiro: Elsevier, 1979.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª. ed. São Paulo: Atlas, 2002

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL-PÉREZ, D.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. A. **La enseñanza de las ciencias**. Madrid: Síntesis, 2008.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida. **O jogo e a educação infantil**. São Paulo: Pioneira, 2011.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 11ª. ed. São Paulo: Perspectiva, 2012.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª. ed. - São Paulo : Atlas 2004.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia científica**. 5ª. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa de saúde**. 12. Ed. São Paulo: Hucitec, 2010.

MNPEF - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Regimento Geral. Sociedade Brasileira de Física, 2023.

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. **Repositório de dissertações**. 2023.

MOREIRA, M. A. **Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel**. Brasília: Editora da UnB, 2011.

MOREIRA, Marco A. **A Teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, Marco A; MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. Traduzido por Carla Valadares. Lisboa: Plátano, 1996.

NOVAK, Joseph D.; GOWIN, D. Bob. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano, 1996.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. **Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio"**. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 23-48, 2000. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/600>. Acesso em: 20 de junho de 2025.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. **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.

PACCA, J. L. A.; VILLANI, A. **O ensino de Física Moderna e Contemporânea e o papel da experimentação**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 22, n. 1, p. 94-103, 2000.

PACCA, Jesuína Lopes de Almeida; VILLANI, Alberto. **Sobre a aprendizagem significativa no ensino de ciências**. Investigações em Ensino de Ciências, v. 5, n. 2, p. 123-137, 2000.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2ª. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

REZENDE, F.; OSTERMANN, F. **A prática docente e o ensino de Física Moderna: análises de propostas e intervenções**. Ciência & Educação, v. 21, n. 2, p. 431-451, 2015.

SBF - SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. **Documento orientador do produto educacional.** 2013.

SILVA, A. C.; ERROBIDART, C. **Ensino do efeito fotoelétrico e dificuldades conceituais.** 2015.

SILVA, J. L.; SCHIRLO, A. C. **A aprendizagem significativa na educação científica.** Revista de Ensino de Ciências, v. 35, n. 1, p. 41-45, 2014.

SILVA-PIRES, Fernanda; TRAJANO, Valéria; ARAUJO-JORGE, Tania. **Jogos educativos e aprendizagem significativa no ensino de Ciências.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 11, n. 3, 2020.

TIRONI, A. B. *et al.* **Organizadores prévios e Física Moderna no Ensino Médio.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 30, n. 3, p. 618-642, 2013.

TURUDA, L.; ASSUNÇÃO, A. **Análise da abordagem do efeito fotoelétrico nos livros didáticos de Física.** 2019.

VERGNAUD, Gérard. **La théorie des champs conceptuels.** Recherches en Didactique des Mathématiques, v. 10, n. 2-3, p. 133-170, 1990.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 2ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001

ZABALA, A. **A Prática Educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

¹ Aluno do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Polo 60, na Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Campus I, Curso de Licenciatura em Física, Salvador-Ba. E-mail: Físico (Licenciatura) e Matemático (licenciatura), Mestrando em Ensino de Física (MNPEF).

Pós-Graduação em: Mat. Com Ênfase em Informática. E-mail: marmornas@gmail.com.

² Físico (Bacharel), Dr. Mod. Comp. e Tec. Ind., Ms. em Educação, Ms. em Adm. e Com. Intern., Analista de Sistemas, Bacharel em Direito, Eng. Civil, Pós-Grad. em: (Fís. do Est. Sólido, Educ. e Psicop.; Eng. Amb., Aud. Contábil e Financeira). E-mail: vicentecardoso@uneb.br.

³ Matemática (Bacharel), Dr. Mod. Comp. e Tec. Ind., Ms. Educação Matemática, Mestre em Astronomia, Esp. em Proj. Educ. e Informática, Esp. em Psicopedagogia. E-mail: melinalima@uneb.br.