

# A FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

## MODERN AND CONTEMPORARY PHYSICS AND TEACHING BY RESEARCH: A LITERATURE REVIEW

Marina Valentim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UFCAT/Faculdade de Educação/marinote@ufcat.edu.br

### Resumo

O trabalho apresenta uma revisão sistemática de literatura de artigos publicados em periódicos nacionais e que apresentam Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC). O objetivo da pesquisa é caracterizar as Sequência de Ensino Investigativas com conteúdos de Física Moderna e Contemporânea. Para isso, foi analisado o assunto de física das sequências, as justificativas utilizadas pelos autores para a escolha da temática, a presença de uma situação problema e a comunicação de ideias. Os resultados apontam metade dos trabalhos com a temática do efeito fotoelétrico e com a presença de aparato experimental e metade dos trabalhos sem a presença de uma situação problema. As justificativas utilizadas pelos autores para a escolha da Física Moderna e Contemporânea são a adequação curricular; atualização de conhecimento por parte dos alunos que passam a aprender uma física mais atual e entendimento das tecnologias associadas a esses conteúdos. Metade dos trabalhos não comunicam as ideias ao final das sequências e não apresentam propostas para tal. Existem poucos trabalhos na área do ensino por investigação que apresentam a temática de Física Moderna e Contemporânea com tópicos mais avançados e isso pode se dever a própria metodologia da pesquisa ou aos obstáculos de ensino da FMC, que são a estrutura conceitual que contraria a intuição e a descrição de fenômenos não observáveis. O ensino por investigação potencializa o envolvimento dos alunos com problemas que envolvem temas da contemporaneidade contribuindo para a apropriação conceitual. Por essa razão, é necessária a maior produção de SEIs sobre o assunto FMC no país.

**Palavras-chave:** física moderna e contemporânea, Sequências de Ensino Investigativas, revisão de literatura

### Abstract

The work presents a systematic literature review of articles published in national journals that present Inquiry-Based Sequence of Modern and Contemporary Physics content. The objective of the research is to characterize the Inquiry-Based Sequence of Modern and Contemporary Physics. To this end, the subject of physics of sequences was analyzed, the justifications used by the authors for choosing the theme, the presence of a problem situation and the communication of ideas. The results indicate half of the works with the theme of the photoelectric effect and with the presence of an experimental apparatus and half of the works without the presence of a problem situation. The justifications used by the authors for choosing Modern and

Contemporary Physics are curricular adequacy; updating knowledge on the part of students who begin to learn more current physics and understand the technologies associated with these contents. Half of the works do not communicate the ideas at the end of the sequences and do not present proposals to do so. There are few works in research-based teaching that present the theme of Modern and Contemporary Physics with more advanced topics and this may be due to the research methodology itself or to the modern physics teaching obstacles, which are the conceptual structure that goes against intuition and the description of unobservable phenomena. Research-based teaching enhances students' involvement with problems involving contemporary themes, contributing to conceptual appropriation. For this reason, there is a need for greater production of Inquiry-Based Sequence about Modern and Contemporary Physics in the country.

**Keywords:** modern and contemporary physics, Inquiry-Based Sequence, literature review

## **Introdução**

A inserção da Física Moderna e Contemporânea (FMC) na educação básica não é um desafio novo para o ensino de física e vem sendo discutido desde a década de 1990 (GRECA; MOREIRA; HERSCOVITZ, 2001; OSTERMANN; MOREIRA, 2000). Algumas justificativas para o ensino da FMC na educação básica merecem destaque; Zanotello e Camargo (2020) juntamente com Greca e Freire Júnior (2011) argumentam que aprender física quântica pode contribuir para a formação cidadã, ajudar estudantes a compreender como a ciência se relaciona com toda a cultura. A aprendizagem desse conteúdo é uma quebra de paradigma já que explica o que a física clássica não consegue, constituindo uma visão diferente de mundo. O ensino de FMC na educação básica contribui para a compreensão sobre o que é ciência reconhecendo-a como uma construção humana; incentiva o interesse pela ciência; e possibilita a compreensão de princípios (ZANOTELLO; CAMARGO, 2020). Os principais obstáculos que existem para inserção de conteúdos de FMC na educação básica podem ser agrupados em: estrutura conceitual que contraria a intuição advinda da experiência diária; matemática complexa exigindo um formalismo avançado; descrição de fenômenos não observáveis, não existindo sempre na FMC experiências relacionadas a fenômenos como na física clássica e; formação deficitária dos professores.

Com intuito de se vencer esses obstáculos e viabilizar maneiras de inserir esses conteúdos na escola básica brasileira é necessário que a pesquisa em ensino investigue metodologias aliadas a presença da FMC na escola básica. O ensino por

investigação é uma metodologia de sucesso com grande inserção nas salas de aula de ensino básico e apresenta algumas características próprias que sempre levam em conta a participação ativa do estudante e modificações do papel do professor. Sequências de Ensino Investigativas (SEI) são orientadas a acontecer com o objetivo de aumentar a interação dos estudantes em sala e para isso devem contar com: participação ativa do estudante; interações entre os alunos; participação do professor como elaborador de questões; ambiente encorajador; conhecimento prévio dos alunos; conteúdos significativos para os estudantes; passagem da linguagem cotidiana para a científica e; estabelecimento de relações entre a ciência, tecnologia e sociedade (CARVALHO, 2011).

Essa pesquisa apresenta uma revisão bibliográfica sistemática de trabalhos de FMC que apresentam SEIS. Essa revisão tem objetivo de caracterizar as SEIs de FMC apresentadas tanto no que diz respeito a metodologia de ensino por investigação quanto ao que diz respeito a FMC. Essa investigação se justifica pela necessidade na pesquisa em Ensino de FMC em investir em atividades que privilegiam o entendimento conceitual dos alunos, que vençam a questão do formalismo matemático, auxiliem os estudantes na mudança conceitual e que preparem melhor o professor para ensinar esses conteúdos. O Ensino por Investigação por suas características de envolvimento ativo dos estudantes, apresentação de uma situação problema, levantamento de hipóteses e comunicação das ideias dos alunos é uma metodologia de ensino que apresenta possibilidades para avanços no ensino da FMC.

### **Metodologia**

O objetivo da pesquisa é identificar trabalhos de pesquisa publicados em periódicos nacionais que apresentam Sequências Investigativas com a temática de Física Moderna e Contemporânea. O levantamento bibliográfico foi feito por meio de busca eletrônica de artigos indexados nas bases de dados *Education Resources Information Center*, *Web of Science*, *Scielo* e *Portal Capes* sem corte temporal e utilizando palavras em português combinadas. Para as palavras chaves combinadas para a busca foram escolhidas as seguintes combinações (figura 1). É importante definir aqui o que se entende por Física Moderna e Contemporânea e qual a abrangência dessa área da física nessa pesquisa; a Física Moderna e Contemporânea compreende tudo o que foi desenvolvido a partir do século XX com o advento das

duas teorias: a da relatividade geral e, em especial, a teoria da Mecânica Quântica. Por isso, foi feita a distinção na busca, utilizando física moderna, quântica e relatividade combinadas com ensino por investigação e investigativa, para verificar se não existiam trabalhos com temática de física quântica e relatividade que não estavam identificados como física moderna.

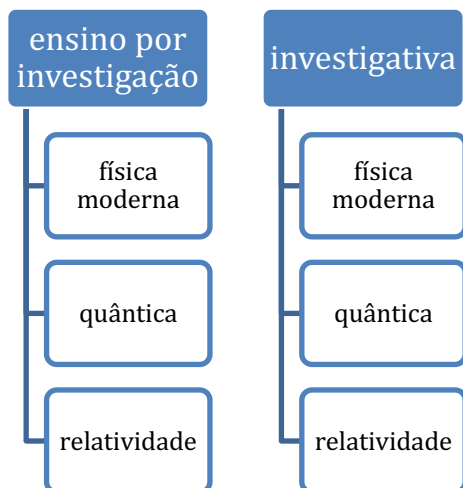


Figura 1- Palavras-chave utilizadas na busca

Foram encontrados 15 trabalhos com a combinação dessas palavras, porém 9 desses artigos foram excluídos com a leitura dos resumos por não apresentar SEIs. Foram selecionados seis artigos listados no quadro 1 a seguir.

<b>Título Artigo</b>	<b>Periódico/ Ano</b>
A linguagem, a epistemologia e o ensino conceitual da dualidade onda-partícula	Revista Brasileira de Ensino de Física/2023
Processo de Validação de uma Sequência de Ensino Investigativa para o Ensino de física Moderna e Contemporânea: da Gravitação aos Buracos Negros	Experiências em Ensino de Ciências/ 2022
Uma Sequência Didática Investigativa para a Aprendizagem Conceitual do Efeito Fotoelétrico	Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas/2022
O ensino por investigação como abordagem para o estudo do efeito fotoelétrico com estudantes do ensino médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia	Caderno Brasileiro de Ensino de Física/2020
Sequência de Ensino Investigativa sobre a irradiação de Alimentos: Proposta e Análise	Experiências em Ensino de Ciências/ 2019
Uma proposta de Ensino Investigativo sobre a Física Moderna e Contemporânea: O Efeito Fotoelétrico	Revista Pesquisa e Debate em Educação/2018

Quadro 1- Artigos FMC e Ensino Investigativo

### **Análise e Discussão dos Dados**

Foram analisadas as seis publicações que apresentaram SEIs de temáticas de FMC, dentre esses seis a metade teve como tema o efeito fotoelétrico. Todos esses trabalhos apresentaram um aparato experimental para abordar o efeito fotoelétrico,

Silva e Figueiredo (2022) utilizaram o eletroscópio de folhas e um farolete com lâmpada ultravioleta, Júnior e Coelho (2020) construíram um experimento didático com o relé fotoelétrico e Freitas et al. (2018) também construíram um experimento didático de baixo custo como relé fotoelétrico. É importante ressaltar a presença do aparato experimental nessas pesquisas, porque pode ser ele o motivo da escolha da temática do efeito fotoelétrico. Nem todos os assuntos de FMC permitem a construção de aparatos experimentais e isso é um obstáculo para a produção de SEIs, já que existe a associação da produção de uma SEI à presença de um experimento real. Silva e Figueiredo (2022) afirmam que o uso de atividades experimentais possui uma considerável capacidade de emular a realidade, permitindo para os alunos uma leitura mais acessível da realidade e de fenômenos naturais. Os outros três trabalhos abordaram a dualidade onda partícula (CARVALHO, et al., 2023), gravitação e buracos negros (NETO; ALVARENGA; COELHO, 2022) e radiações (BAUMER; CLEMENT, 2019). Nenhum trabalho envolveu conceitos de física quântica e relatividade ficando restrito a tópicos iniciais de FMC.

Justificar a necessidade de se propor uma SEI com conteúdos de FMC é também um ponto crucial da análise de conteúdos. A SEI permite que o aluno exponha suas ideias, levante hipóteses, se engaje em questões científicas e compreenda as ciências a partir de elaborações de explicações. Uma das formas de vencer o obstáculo da mudança conceitual exigida ao estudar a FMC seria a presença de mais SEIs relacionadas a esse conteúdo. Os trabalhos analisados apresentam três tipos de justificativa de elaboração de SEIs com conteúdos de FMC: adequação curricular; atualização de conhecimento por parte dos alunos que passam a aprender a física do século XX e XXI e entendimento de tecnologias associadas a esses conteúdos. Silva e Figueiredo (2022) apontam que elaborar uma SEI com o conteúdo de FMC se justifica pela adequação a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), já que existe recomendação de inclusão de conteúdos de FMC e da utilização da metodologia do ensino por investigação. Carvalho et al. (2023) e Neto, Alvarenga e Coelho (2022) justificam a temática da SEI pela atualização de conhecimento dos estudantes, aprender novos conteúdos e não ficar limitados a velha física, perceber que ainda há muito o que descobrir. Júnior e Coelho (2020) apontam argumentos em defesa da inserção da FMC em atividades investigativas na educação básica que são o de conectar os estudantes com a sua história preservando-os dos obscurantismos pós-

modernos e propiciando-lhes um entendimento mais amplo acerca de algumas tecnologias. A contextualização tecnológica juntamente com a compreensão dos princípios de funcionamento de dispositivos é justificativa de três trabalhos analisados (JÚNIOR; COELHO, 2020) (FREITAS et al., 2018) (BAUMER; CLEMENT, 2019).

As SEIs apresentam algumas características específicas que a diferem de outras atividades realizadas na sala de aula de física que são: a apresentação de uma situação-problema que permita que os estudantes se engajem na realização de atividades e formulação de hipóteses. Dos seis trabalhos analisados a metade deles não apresenta uma situação problema. Silva e Figueiredo (2022), Carvalho et al. (2023) e Freitas et al. (2018) não apresentam em suas sequências situações problemas. As três sequências apresentadas nesses trabalhos utilizam-se de experimentos reais, mas com estruturação tradicional. O professor apresenta o aparato experimental e realiza perguntas aos estudantes que levantam hipóteses que são sistematizadas pelo professor. A presença de uma atividade experimental em sala de aula é de fato estimulante a curiosidade do aluno como afirma Freitas et al. (2018); mas somente isso não dá a atividade um caráter investigativo. Os outros três trabalhos analisados apresentaram situações problemas. Baumer e Clement (2019) trazem em sua pesquisa a situação problema central apresentada por um vídeo problematizador norteando toda a sequência investigativa. Vale ressaltar que os autores apontam desafios ao final do trabalho e um deles é encontrar um problema central que se mantenha ao longo das aulas. Neto, Alvarenga e Coelho (2022) apresentam seis situações problemas do tipo questões abertas que estão relacionadas aos temas de gravitação e buracos negros e que foram elaboradas pelos autores. Após a validação da sequência, os autores relatam que a principal modificação foi feita nas situações-problemas, em que se buscou através das reflexões e diálogo estabelecidos nos momentos de avaliação, potencializar as problemáticas para o estabelecimento de uma situação sujeita à investigação. Júnior e Coelho (2020) apresentam uma situação problema por aula parte de uma SEI composta por seis aulas.

Outro ponto importante de uma SEI é a comunicação de ideias dos processos investigativos feitos na sala de aula, que pode também ser considerada uma avaliação do processo e não deve ser omitida. Essa parte acontece normalmente no final da SEI e tem objetivo de verificar o aprendizado dos conceitos, termos, noções científicas,

valores da cultura científica por meio da elaboração de argumentos dos estudantes. Três trabalhos analisados não mencionam como é feita a comunicação de ideias em sala de aula (SILVA; FIGUEIREDO, 2022) (CARVALHO et al., 2023) (FREITAS et al., 2018). Neto, Alvarenga e Coelho (2022) incluem na proposta da SEI atividades de sistematização de conceitos, que é um momento que todos os alunos juntamente com o professor por meio de um debate sistematizam o conteúdo, comunicando suas ideias. Júnior e Coelho (2020) não descrevem explicitamente no trabalho como foi feita a comunicação de ideias da SEI, mas colocam duas subcategorias de avaliação da aprendizagem, realizar exposição oral e elaborar relatório. Assim, os autores reconhecem que a comunicação das ideias/informação é parte importante de uma SEI e fornecem pistas de como fazê-la, por meio de uma exposição oral e da elaboração de um relatório. Baumer e Clement (2019) apresentam na SEI duas aulas denominadas comunicando os resultados, que tem como recursos didáticos pedagógicos quadro síntese e audiovisuais.

### **Considerações Finais**

A pesquisa encontrou um número pequeno de trabalhos de SEI com conteúdos FMC no país e isso pode se dever a uma limitação metodológica da pesquisa, já que essa foi feita apenas no Brasil. Outro motivos que podem ser apontados para o baixo número de trabalhos de SEI em FMC estão relacionados aos obstáculos apontados para o ensino dessa temática que são a estrutura conceitual que contraria a intuição e a descrição de fenômenos não observáveis, o que pode levar os professores a não desenvolver SEI nesses assuntos e optar por outras temáticas. Os trabalhos analisados apresentam SEI bem-sucedidas que propõem situações problemas relacionadas a FMC mostrando ser possível propor abordagens investigativas desse tema. Porém, é necessário ousar mais e realizar SEIs em temáticas mais avançadas de FMC, sempre lembrando que não é necessário ter no ensino investigativo um experimento real podendo esse ser substituído por experiências de pensamento, simulações, textos e outros recursos pedagógicos. Neto, Alvarenga e Coelho (2022) afirmam que a articulação entre a FMC e o ensino por investigação potencializa o envolvimento dos alunos com problemas que envolvem temas da contemporaneidade de modo a contribuir para a apropriação conceitual desenvolvendo o pensar crítico e científico, contrapondo o ensino tradicionalista. Dessa forma, o ensino por

investigação é considerado uma boa opção para o ensino de FMC, já que reforça o aprendizado conceitual superando mais um obstáculo no ensino de FMC. Para isso, é necessária uma maior produção de SEIs na temática de FMC.

### Referências

BAUMER, Ana Luiza; CLEMENT, Luiz. Sequência de Ensino Investigativa sobre a irradiação de alimento: proposta e análise. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 2, 2019.

CARVALHO, Alexandre Tadeu Gomes De *et al.* A linguagem, a epistemologia e o ensino conceitual da dualidade onda-partícula. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 45, 2023.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa De. Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativo. *O uno e o diverso na educação*. Uberlândia: EDUFU, 2011. p. 336.

DA SILVA, André Coelho; ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro De. Física quântica no ensino médio: o que dizem as pesquisas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 28, n. 3, p. 624–652.

FREITAS, Alessandro Pinto *et al.* Uma Proposta de Ensino Investigativo Sobre a Física Moderna e Contemporânea: o Efeito Fotoelétrico. *Revista Pesquisa e Debate em Educação*, v. 2, 2018.

GRECA, Ileana Maria; FREIRE JÚNIOR, Olival. Implicações culturais e educacionais da teoria quântica. *Teoria quântica: estudos históricos e implicações culturais*. Campina Grande: EDUEPB, 2011. p. 456.

GRECA, Ileana Maria; MOREIRA, Marco Antonio; HERSCOVITZ, Victoria E. Uma Proposta para o Ensino de mecânica quântica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, p. 444–457, 2001.

JÚNIOR, João Mauro da Silva; COELHO, Geide Rosa. O ensino por investigação como abordagem para o estudo do efeito foto elétrico com estudantes do ensino médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 37, n. 1, p. 51–78, 2020.

MORAIS, Angelita; GUERRA, Andreia. História e a filosofia da ciência : caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 35, n. 1, p. 1502-1-15-2–9, 2013.

NETO, José Izaías Moreira Scherrer; ALVARENGA, Flávio Glmenes; COELHO, Geide Rosa. Processo de validação de uma sequência de ensino investigativa para o ensino de física moderna e contemporânea: da gravitação aos buracos negros. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 17, n. 2, 2022.

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.

SILVA, Samuel Gonçalves Da; FIGUEIREDO, Helenara Regina Sampaio. Uma Sequência Didática Investigativa para a Aprendizagem Conceitual do Efeito Fotoelétrico. *Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas*, v. 23, n. 1, p. 39–45, 2022.

ZANOTELLO, Marcelo; CAMARGO, Leiana. Uma Análise da Constituição de Saberes Relativos ao Ensino de Física Quântica em um Curso de Licenciatura. *Ciência & Educação*, v. 16, n. e20006, p. 1–16, 2020.