

## ANÁLISE DA ABORDAGEM DO EFEITO FOTOELÉTRICO NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA

Charles Teruhiko Turuda <sup>1</sup>  
Thiago Vicente de Assunção <sup>2</sup>

### RESUMO

A física moderna e contemporânea não se resume mais às abstrações e aos experimentos ímprobos realizados em laboratórios científicos, isto é, o aluno, em seu cotidiano, tem um crescente contato com equipamentos que carregam elementos fundamentais para uma boa compreensão do saber que compõe esta área da física. Apesar disso, a literatura ainda apresenta muitos relatos de professores que encontram dificuldades de promover esse saber em sala de aula. Nesse contexto, o presente estudo teve por objetivo investigar a apresentação do saber ‘efeito fotoelétrico’ em livros didáticos do Ensino Médio. Para a concretização do objetivo proposto escolheram-se três livros de Física do terceiro ano do Ensino Médio aprovados pelo Plano Nacional do Livro Didático e submetidos ao conjunto de métodos da Análise de Conteúdo, de Bardin. Em parte das obras analisadas, observaram-se que a abordagem do saber efeito fotoelétrico carece de uma perspectiva que o coadune com a realidade vivenciada pelo aluno.

**Palavras-chave:** Livros Didáticos, Física Moderna, Análise de Conteúdo, Ensino Básico.

### INTRODUÇÃO

Vivemos em um mundo tomado e influenciado pela ciência e pela tecnologia. Notadamente, necessitamos cada vez mais estarmos atualizados para interagir com essa nova sociedade e intervir nela. Essa perspectiva tem atribuído gradativamente novas responsabilidades aos professores, já que estes são os mediadores do conhecimento e um dos filtros que separam os conteúdos significativos dos demais, nessa sociedade demasiadamente informativa. Portanto, o que tem preocupado os pesquisadores da educação é justamente o desenvolvimento de métodos de como levar inovação científica e tecnológica para dentro das salas de aula, sem se desvincular dos objetivos da educação científica.

Se, de um lado, existe a preocupação dos professores com a relação entre a escola e a sociedade; por outro lado, na perspectiva dos aprendizes, o ensino das ciências não tem

---

<sup>1</sup> Mestrando do programa de pós-graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, [charles.turuda@gmail.com](mailto:charles.turuda@gmail.com).

<sup>2</sup> Mestrando do programa de pós-graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, [thiagoassuncao1994@gmail.com](mailto:thiagoassuncao1994@gmail.com).

atribuído significados aos estudantes que, por sua vez, têm perdido o interesse pelas disciplinas, desinteresse que se estende aos cursos técnicos e superiores por não compreenderem como os conhecimentos científicos escolares construídos no sistema acadêmico se relacionam com as práticas diárias. Nesse aspecto, a preocupação se dá pelo fato de a sociedade estar imersa em uma cultura que depende cada vez mais da ciência e da tecnologia e a escola não conseguir cumprir sua missão de construir nos aprendizes o conhecimento científico necessário para que estes tenham capacidade de interagir com seu meio e intervir nele, participando de decisões políticas, por exemplo, para melhoria do todo, segundo Auler e Delizoicov (2001). Existe, por parte dos estudantes, a necessidade de uma melhor compreensão das ciências, de forma geral; e dos fenômenos físicos, de maneira específica.

É evidente que a física moderna e contemporânea (FMC) não se resume mais às abstrações e aos experimentos ímprobos<sup>3</sup> feitos em laboratórios científicos, isto é, o aluno tem um crescente contato, no seu cotidiano, com equipamentos que carregam elementos fundamentais para uma boa compreensão da FMC, são eles: os instrumentos eletrônicos; optoeletrônicos; semicondutores e células fotoelétricas, sendo este último equipamento produto do fenômeno físico abordado nos livros didáticos (LD) e foco do presente artigo. Nesse sentido, Mesquita (2011), Ostermann e Moreira (2001; 2000), Pietrocolo e Ofugi (2000), Cavalcanti (1999), Cavalcante e Tavolaro (2004) e Assunção e Nascimento (2019a) têm trazido temas pertinentes a respeito da importância da inserção da FMC no ensino básico para o aluno, enquanto sujeito de uma sociedade que está imersa na ciência e na tecnologia.

É imprescindível destacar algumas das orientações expressas na Base Nacional Curricular Comum para o Ensino Médio (BNCC-EM) mesmo levando em consideração que essa ainda está sendo analisada pelo Conselho Nacional de Educação (CNE), diferente do que ocorre para a educação infantil e para o ensino fundamental, onde os documentos já estão em vigor. A BNCC-EM torna pertinente a necessidade de trazer os conteúdos trabalhados nas escolas para o cotidiano, indo além do pragmatismo comumente encontrado nas instituições de ensino. Além da característica de querer aproximar os assuntos abordados da realidade do aluno, a BNCC-EM destaca a necessidade de se trabalhar numa perspectiva que não se limite ao pragmatismo de uma visão conteudista<sup>4</sup> ainda existente, discutindo uma diversidade de situações-problema para facilitar a compreensão dos alunos.

---

<sup>3</sup> Ímprobos porque eles retiram o fenômeno dos contextos naturais, tornando-os descontextualizados.

<sup>4</sup> O conteúdo pelo conteúdo.

Neste contexto, torna-se louvável a necessidade de saber como os manuais didáticos trabalhados no EM abordam determinados conteúdos e, *a posteriori*, o papel desses documentos na formação crítica, científica e social dos estudantes do EM. Assim, tomamos como objetivo analisar como é abordado o tema efeito fotoelétrico nos livros didáticos de física utilizados no terceiro ano do EM aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD - 2018).

## O EFEITO FOTOELÉTRICO

O fenômeno denominado efeito fotoelétrico consiste na liberação de elétrons pela superfície de um metal, quando este é submetido à interação com luz. A energia luminosa é parcialmente transformada em energia cinética dos elétrons liberados. Historicamente, apesar do surgimento de polêmicas teóricas sobre a explicação do efeito fotoelétrico, a indústria eletrônica rapidamente utilizou o fenômeno no desenvolvimento de elementos sensíveis à luz, como os fotossensores utilizados em postes de iluminação.

Eisberg e Resnick (1979), Caruso e Oguri (2006) e Nussenzveig (1998) afirmam que inicialmente, em 1887, Hertz observou o fenômeno quando estudava a geração e a detecção de ondas eletromagnéticas para comprovar a teoria de Maxwell. No experimento realizado por Hertz, a faísca de detecção saltava com mais facilidade quando os eletrodos da antena receptora estavam expostos à luz. Mais tarde, em 1902, Lenard estudou extensivamente o efeito fotoelétrico e, de 1906 a 1916, Millikan fez o mesmo.

Lenard levantou uma série de resultados experimentais com características intrigantes e contraditórias ao que seria previsto pela física clássica, Caruso e Oguri (2007)<sup>5</sup> resumiram-nas em pontos:

- A ocorrência da emissão de elétrons não depende da intensidade de luz incidente;
- havendo a emissão, a corrente é proporcional à intensidade da luz, quando a frequência e o potencial retardador são mantidos constantes;
- a ocorrência da emissão de luz depende da frequência da luz;
- para cada metal há um limiar de frequência, o potencial de corte independe da intensidade da luz;
- a energia cinética dos elétrons e o potencial de corte crescem com a frequência da luz.

---

<sup>5</sup> Esses dados foram obtidos em 1914 por Millikan, cuja dedicação rendeu o prêmio Nobel em 1923.

Em 1905, Einstein propôs um modelo teórico para a luz que explicou todas essas observações. Ele supôs que a radiação era quantizada em pacotes de energia, mais tarde chamados de fótons.

## **METODOLOGIA**

Nesta pesquisa utilizamos um conjunto de métodos de natureza qualitativa, uma vez que o objeto de estudo se trata da abordagem do tema ‘efeito fotoelétrico’ presente em livros didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD-2018). Uma justificativa para a natureza qualitativa desse trabalho deve-se ao fato de que esse tipo de pesquisa é caracterizado por um conjunto de métodos e técnicas que são adaptadas ao caso específico, ao invés de ser um método padronizado e único. Isto é, o método deve se adequar ao objeto de estudo. Nesse sentido, Günther (2006) compara o processo de pesquisa a um mosaico onde as peças individuais representam um conjunto de métodos e técnicas que precisam estar abertas a alterações e, ao mesmo tempo, a diversidade das peças deste mosaico implica passos predeterminados e abertos, podendo-se utilizar métodos qualitativos e/ou quantitativos.

Na pesquisa qualitativa, a construção dos dados é feita no seu ambiente natural, ou seja, implica o não controle de variáveis estranhas, fazendo com que todas as variáveis sejam consideradas. De acordo com Günther (2006), essas variáveis explicam algo sobre o objeto de estudo mesmo que seja de maneira bastante superficial. Todavia, existem variáveis que – por razões teórico-metodológicas, experiência e/ou financeira – tornam-se mais promissoras que outras.

Aplicamos um conjunto de procedimentos indicados pela metodologia de análise de conteúdo descrita por Bardin (2016) em 3 livros didáticos escolhidos aleatoriamente para investigar dos 12 livros aprovados pelo PNLD-2018. Eles são:

- A. GUIMARÃES, Osvaldo; PIQUEIRA, José R.; CARRON, Wilson. **Física 3: eletromagnetismo e física moderna**. 2. Ed. São Paulo: editora Ática, 2017, p. 206-207.
- B. BARRETO FILHO, B.; DA SILVA, C. **Física aula por aula: eletromagnetismo, física moderna**. 3. Ed. São Paulo: editora FTD, 2016, p. 223-224.
- C. VÁLIO, Adriana Benetti Marques et al. **Ser protagonista: Física, 3º ano**. 3. Ed. São Paulo: SM Ltda, 2016, p. 214.

A análise de conteúdo, segundo Bardin (2016), consiste em um conjunto de técnicas de análise das comunicações, cuja intenção é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção. Os materiais escritos são os mais tradicionais na análise de conteúdo, podendo ser estudados pelo pesquisador na busca por respostas às questões de pesquisa. Com o objetivo de analisar como é abordado o tema efeito fotoelétrico nos livros didáticos selecionados, realizou-se, inicialmente, uma leitura flutuante onde selecionamos uma série de palavras chave a respeito do fenômeno. Após a seleção das palavras chave, agrupamos as palavras em conjuntos maiores, denominados por Bardin (2016) de categorias.

A Tabela 1 apresenta palavras-chave e possíveis subcategorias selecionadas através da leitura flutuante dos LD analisados.

**Tabela 1.** Palavras-chave emergidas dos documentos analisados.

Efeito fotoelétrico	Modelo	Liberar	Quantum	Onda
Luz	Energia	Heinrich Hertz	Elétron	Força
Frequência	Quanta	Hipótese	Trabalho	Carga
Função	Fenômeno	Ondulatório	Fóton	Mínimo
Eletromagnético	Teoria	Superfície	Clássico	Radiação
Intensidade	Descoberto	Pacotes	Século	Einstein
Proporcional	Cinética	Ejetar	Lenard	Expressão

Fonte: Autores.

Reagrupamos os termos apresentados na Tabela 1 em conjuntos maiores chamados de categorias, que emergiram através de uma leitura mais profunda do material selecionado. Segundo Bardin (2016), as categorias são rubricas ou classes, as quais reúnem grupos de elementos sob um título genérico. O critério para a escolha das categorias pode ser semântico, sintático e expressivo. Apresentamos as categorias formadas na Tabela 2.

**Tabela 2.** Categorias definidas e as respectivas características.

<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>
Definição	O que o texto traz objetivamente sobre a descrição do fenômeno.
Alegórico	Sobre a virtualização do significado através de analogias, imagens, explicações descrição de fenômenos.
Histórico	Os atores e todo o contexto envolvido na descoberta do fenômeno.
Informativo	Contato direto entre o autor e o leitor.

Fonte: Autores.



Todas as categorias apresentadas neste trabalho emergiram de uma leitura profunda dos documentos analisados (categorias empíricas) e de revisão de literatura (categorias teóricas), tendo em vista o objetivo de pesquisa. Estas categorias emergidas de uma leitura profunda fazem alusão a trechos significativos presentes em certas partes do texto analisado. Por exemplo, entende-se que a unidade de contexto “fótons são pacotes de energia bem definidos” esclarece o conceito de algo e, portanto, se encaixa na categoria que denominamos de ‘Definição’.

Bardin (2016) chama essa fase de codificação, onde são realizados recortes, enumerações e classificações e organizações dos conteúdos, efetuando-se, para isso, a identificação de unidades de registro e unidades de contexto.

Por conseguinte, tendo em vista a quantidade de materiais analisados, o rigor do conjunto de métodos presentes nas técnicas de análise de Conteúdo e a natureza qualitativa da pesquisa, desenvolvemos um sistema de códigos com o objetivo de facilitar a compreensão dos dados e interpretação dos resultados. Portanto, apresenta-se na Figura 1 a codificação utilizada na organização do presente trabalho.

**Figura 1.** Padrão do código utilizado na discussão dos resultados do presente trabalho.



Por fim, o modelo de organização para análise dos livros didáticos de física seguiu a representação feita na Figura 2.

**Figura 2.** Representação do modelo de organização utilizado neste trabalho.

<b>Categoria</b>	<b>Subcategoria</b>	<b>Unidade de contexto</b>	<b>Registro</b>
Definição	Efeito fotoelétrico	<i>O efeito fotoelétrico consiste na emissão de elétrons por uma superfície metálica quando iluminada por luz de frequência adequada.</i>	[LA-1a]D
Alegórico	Fenomenológico	<i>No efeito fotoelétrico, os fótons interagem com a matéria como se fossem partículas, mas a sua propagação no espaço tem comportamento ondulatório.</i>	[LA-4a]F

Fonte: Autores.

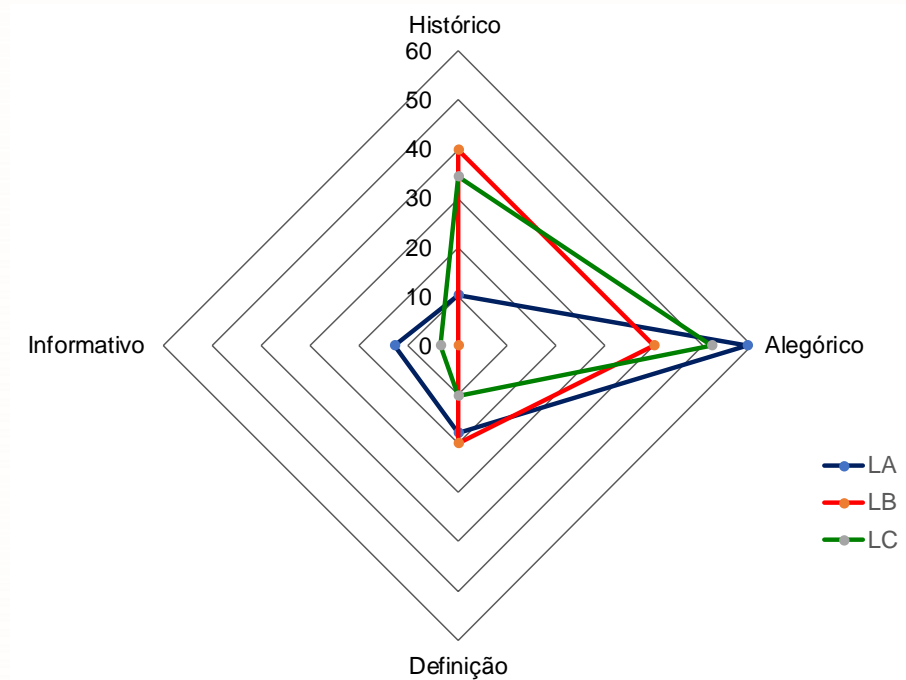
## RESULTADOS

Buscou-se realizar um estudo mais aprofundado acerca dos dados obtidos nos documentos analisados através da leitura individual de cada livro selecionado pelos autores deste trabalho, causando uma exaustão dos dados, como propõe Bardin (2016).

Inicialmente procurou-se mostrar, de maneira geral, alguns dados quantitativos a respeito das categorias presentes na metodologia deste texto, Tabela 2. Neste ponto, damos ênfase ao que o documento se detém e conseqüentemente a sua característica, onde apresentamos as categorias que se sobressaem dentro do texto, levando em consideração o objetivo desta pesquisa. Por conseguinte, neste trabalho, é levantada uma breve discussão fundamentada teoricamente sobre os dados que foram quantificados.

Na Figura 3 representamos graficamente o percentil, calculado individualmente, das categorias analisadas nos LD. É possível observar na Figura 3 que dois dos quatro elementos se destacaram. Essas categorias em destaque, Histórico e Alegórico, trazem à tona várias discussões pertinentes a respeito da utilização dos livros didáticos em sala de aula. Porque, de um lado, são feitas discussões a respeito do pragmatismo presente nas aulas de física que já existiam antes da publicação dos manuais do PNLD, cujos critérios foram apoiados nas concepções presentes na legislação educacional, como as diretrizes contidas nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) e nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM).

Figura 3. Categorias analisadas nos livros didáticos.



Fonte: Autores.

Por outro lado, existe o que retrata Garcia (2012), em que os professores raramente utilizam os livros didáticos, visto que há um modelo de ensino que é passado de forma quase que hereditária dos professores mais tradicionais para os recém egressos das licenciaturas.

Essa questão deve ser enfatizada, uma vez que a ausência de livros na maioria das escolas públicas do Ensino Médio contribuiu para a constituição de determinados modelos de aula de física, entre os quais aquele baseado na escrita dos textos, fórmulas ou sínteses no quadro de giz, com cópia dos alunos feitas em seus cadernos. A leitura, nesse modelo, tem pouco espaço assim como outras estratégias para ensinar e aprender. (Ibid, 2012, p. 151).

As políticas educacionais atuais apostam em uma educação no ensino médio baseada na contextualização e na resolução de problemas, um ensino mais geral, inovador e menos conteudista. Vale destacar que, apesar de existirem vários trabalhos que relacionam a atividade experimental como algo inovador e estimulante no ensino, como apontado no estudo de natureza quantitativa feito por Assunção e Nascimento (2017), a inovação não se limita à atividade experimental. De acordo com Assunção e Nascimento (2019b), a inovação no ensino engloba técnicas, métodos e metodologias que visem à efetividade e à harmonia na relação ensino-aprendizagem.



Outrora, Mello (2005) chamou essa visão de ensino não linear de ‘novo ensino médio’. Essa visão expressa pelo autor reflete-se nas categorias apresentadas neste trabalho. Nota-se nelas (Figura 3) que os autores dos livros analisados buscaram imergir o leitor no ambiente científico, visto que privilegiaram a parte histórica e a compreensão do fenômeno. Artigos de Bagdonas, Gurgel e Zanetic (2014); Martins (2007); Gatti, Nardi e Silva (2010); Neves (1998), publicados em periódicos significativos, têm atribuído poderosa importância à inserção da história da ciência nas aulas de física, debate esse que tem se estendido no decorrer das décadas. A literatura mostra que a inserção desses elementos contextuais no ensino de física promove a não espontaneidade da ciência e favorece a sua compreensão.

Todavia, quando retomamos o foco à análise individual dos livros didáticos, é possível observar que LA não investe tanto no contexto histórico quanto os outros dois livros, LB e LC. O LA apresenta breves explanações a respeito do contexto em que foi observado o fenômeno, esse fato pode ser observado no texto transcrito abaixo, onde os autores dizem que,

A física clássica esbarrava em alguns pontos na tentativa de explicar o efeito fotoelétrico utilizando o caráter ondulatório da luz. Albert Einstein teorizou que a energia chega aos elétrons do metal em “pacotes” e não continuamente, ao contrário do que se pensava na teoria clássica ([LA-2a]H a [LA-2d]H).

Apesar deste manual dar uma enorme ênfase à parte fenomenológica com ilustrações sobre o fenômeno e analogias com equipamentos utilizados no cotidiano, ele erra ao alimentar uma visão inadequada de espontaneidade da ciência. Como está evidente no trecho transcrito, os autores não citam quem observou o fenômeno e nem as indagações que surgiram a respeito dele, saltando direto para a explicação de Einstein.

Em LB, diferente do que ocorre no LA, é preservada a parte histórica que diz respeito ao descobrimento do fenômeno como mostra o trecho abaixo transcrito, reduzindo a possibilidade de se desenvolver uma visão de espontaneidade dos fenômenos científicos.

O efeito fotoelétrico foi descoberto experimentalmente por Henrich Hertz, em 1887, enquanto fazia suas pesquisas sobre ondas eletromagnéticas [...] entretanto, Hertz não levou seus estudos adiante e descobertas maiores foram feitas posteriormente, por Wilhelm Hallwachs [...] além desses resultados, Philipp Lenard (1862-1947), em 1902, realizou as primeiras medidas [...]. O mérito de Einstein foi justamente ter estruturado um modelo teórico que não apenas conseguiu abraçar os resultados experimentais já consolidados, mas foi também capaz de fornecer um belo *insight* a respeito do fenômeno ([LB-1a]H a [LB-5a]H).

Os autores mostram todo o percurso desde a descoberta do fenômeno até o modelo teórico que Einstein criou para explicar o fenômeno. LC seguiu basicamente a mesma proposta de LB no que diz respeito à parte histórica. Todavia, vale salientar que LB traz exaustão à parte histórica do surgimento do fenômeno e não traz suas aplicações na realidade

atual. Além disso, apesar dos autores reservarem uma parte do texto para falar dos méritos de Albert Einstein, eles não citam o prêmio Nobel que Einstein recebeu sobre sua explicação a respeito do efeito fotoelétrico.

Apesar de o tema efeito fotoelétrico ser abordado em apenas uma página, LC apresenta equilíbrio. Os elementos são bem distribuídos, apresentando uma boa contextualização, ilustrações e ponte com as tecnologias utilizadas atualmente. Seguindo o espectro, este último ponto difere da proposta presente em LB, pois neste os autores não mostram a aplicação do fenômeno nas tecnologias utilizadas no cotidiano do estudante.

Sasseron e Carvalho (2011) dizem que essa ideia de fazer correlações entre os conteúdos científicos vistos em sala de aula e as aplicações tecnológicas da realidade do aluno está entranhada nos objetivos da Alfabetização Científica. Comparando os objetivos da Alfabetização Científica com os resultados encontrados na análise dos livros aprovado pelo PNLD – 2018, é possível ver que existe uma divergência em pelo menos um dos três livros analisados. Todavia, apesar de ser uma discussão pertinente, o tema transcende os objetivos presentes neste trabalho.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A física moderna, de forma geral, e o efeito fotoelétrico, de maneira específica, é uma área relativamente nova da física. Sendo assim, torna-se compreensível a forma um tanto inconsistente que este tema é abordado nos livros didáticos. Contudo, há uma necessidade explícita de melhor abordagem desses conteúdos já que as tecnologias estão a cada dia mais imersas na realidade do estudante. Tecnologias estas que são produtos do saber sábio produzido pelos cientistas.

Levando em consideração as categorias levantadas neste trabalho, os resultados mostram que duas das três obras analisadas apresentaram uma boa distribuição espacial dos elementos, isto é, existe um espaço razoável dedicado ao contexto histórico no qual o fenômeno estava inserido, demonstrações e linguagem apropriada. Porém, esses textos nem sempre apresentam contextualização, ordem cronológica concisa, o impacto social dessas teorias e a forma de construção desses conhecimentos. Também, observa-se que nem sempre a relação teoria e observação transcendem os limites da sala de aula, pois, dos três livros, apenas dois fazem analogias com as tecnologias aplicadas no meio social e que carregam elementos para uma boa compreensão do efeito fotoelétrico.

É evidente que a maior parte das obras analisadas neste trabalho apresenta satisfação para as categorias analisadas e, dessa forma, podem ser considerados bons manuais para o processo de ensino e aprendizagem do conceito de efeito fotoelétrico. No entanto, algumas obras, por não apresentarem aplicações do efeito fotoelétrico nas tecnologias presentes no cotidiano do aluno, como em LB, ou não apresentarem um contexto histórico adequado, como em LA, necessitem de complemento de outros materiais.

## REFERÊNCIAS

ASSUNÇÃO, Thiago Vicente de; NASCIMENTO, Robson Raabi do. Avaliação do interesse dos estudantes em relação a atividade experimental e ao conteúdo científico no ensino de física. **Caderno de física da UEFES**, v. 15, n. 2, p. 2301.1-9, 2017.

\_\_\_\_\_. Alfabetização Científica e a academia: um olhar sobre o ensino de física moderna e contemporânea na educação básica. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v.10, n.3, p. 1-17, 2019.

\_\_\_\_\_. O inventário de estilos de aprendizagem de David Kolb e os professores de ciências e matemática: diálogo sobre o método de ensino. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v.14, n.1, p.14-34, 2019.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.

BAGDONAS, Alexandre; GURGEL, I.; ZANETIC, J. Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino de física: o ensino de história da cosmologia por meio de um jogo didático. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 2, p. 242-260, 2014.

BARDIN, Laurence. **Análise do conteúdo**. Trad. Luis Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70: 2016.

CARUSO, Francisco. OGURI, Vitor. **Física Moderna: origens clássicas e fundamentos quânticos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006, p. 332-335.

CAVALCANTE, Marisa Almeida. O ensino de uma nova física e o exercício da cidadania. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 21, n. 4, p. 550-551, dez. 1999.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; TAVOLARO, Cristiane Rodrigues Caetano. Uma oficina de física moderna que vise a sua inserção no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, p. 372-389, 2004.

EISBERG, Robert; RESNICK, Robert. **Física quântica**: átomos, moléculas, sólidos, núcleo e partículas. 26 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1979, p. 51-59.

GARCIA, Nilson Marcos Dias. Livro didático de Física e de Ciências: contribuições das pesquisas para a transformação do ensino. In: **Educar em Revista**, n. 44, p. 145-163, abr./jun. Editora UFPR, 2012.

GATTI, Sandra Regina Teodoro; NARDI, Roberto; SILVA, Dirceu da. História da ciência no ensino de física: um estudo sobre o ensino de atração gravitacional desenvolvido com futuros professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, p. 7-59, 2010.

GÜNTHER, Hartmut. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão. **Psicologia: teoria e pesquisa**, v. 22, n. 2, p. 201-210, 2006.

MARTINS, André Ferrer Pinto. História e Filosofia da Ciência no ensino: Há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.

MELLO, Josefina Carmen Diaz de. Os livros didáticos nas políticas curriculares para o Ensino Médio. In: **XXVI Reunião Anual da ANPEd**, 2005.

MESQUITA, D. S. M. **Matéria e radiação**: uma abordagem contextualizada ao ensino de física. 2011. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília.

NEVES, Marcos Cesar Danhoni. A história da ciência no ensino de física. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 5, n. 1, p. 73-81, 1998.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de física básica**: ótica, relatividade, física quântica. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 1998, p. 249-254.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. 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.

\_\_\_\_\_. Atualização do currículo de física na escola de nível médio: um estudo dessa problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores. **Caderno Catarinense de Ensino Física**, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 135-151, ago. 2001.

PIETROCOLA, M.; OFUGI, C. D. R. **Análise de artigos sobre ensino de relatividade restrita pela transposição didática**. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 7, 2000, Florianópolis. Atas... São Paulo: SBF, 2000, p. 1- 13.

SASSERON, Lúcia Helena; DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.