

# ESTILOS DE PENSAMENTOS E ESTILOS DE RACIOCÍNIOS APLICADOS NO ENSINO DE FÍSICA MODERNA NO ENSINO MÉDIO

## STYLES OF THOUGHT AND STYLES OF REASONING APPLIED IN THE TEACHING OF MODERN PHYSICS IN HIGH SCHOOL

Wilton Gimenes Barbosa<sup>1</sup>, Nestor Cortez Saavedra Filho<sup>2</sup>)

<sup>1</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, wiltongimenes@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, nestorsf@utfpr.edu.br

### Resumo

Esse trabalho analisa o progresso histórico do Ensino de Física Moderna no Ensino Médio, no Brasil, passando dos primeiros trabalhos de referência, pelos documentos oficiais e culminando nas últimas pesquisas de referência. Realizou-se um estudo bibliométrico nas plataformas Scopus e Web of Science, com o intuito de verificar a demanda das pesquisas e o estado da arte delas. Como referencial teórico foi utilizado os conceitos de Ludwik Fleck e Otávio Bueno, em especial sobre estilos de pensamento e raciocínios de pensamentos. Verificou-se que existe indícios sobre a possibilidade de que o estilo de pensamento e raciocínio empregados na Física Moderna pode se aproximar mais do estilo de pensamento e raciocínio nas artes do que da Física Clássica. Conclui-se que este trabalho pretende, posteriormente, analisar essa viabilidade.

**Palavras-chave:** Ensino de Física Moderna; Ensino Médio; Fleck; Otávio Bueno.

### Abstract

This paper analyzes the historical progress of Modern Physics Teaching in High School in Brazil, going from the first reference papers, through official documents and culminating in the latest reference research. A bibliometric study was carried out on the Scopus and Web of Science platforms, with the aim of verifying the demand for research and its state of the art. The concepts of Ludwik Fleck and Otávio Bueno were used as a theoretical reference, especially on thinking styles and reasoning. It was found that there is evidence about the possibility that the style of thinking and reasoning used in Modern Physics may be closer to the style of thinking and reasoning in the arts than to Classical Physics. It is concluded that this work intends to later analyze this feasibility..

**Keywords:** Teaching Modern Physics; High school; Fleck; Otávio Bueno.

### INTRODUÇÃO

O ensino de Física Moderna (FM) no Ensino Médio (EM) vem passando por vários estágios de implementação, desde os trabalhos formais iniciais na década de 90, da reestruturação da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) em 1996, dos primeiros trabalhos pós LDB por volta dos anos 2000, da chamada para publicações e trabalhos pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) em 2004 devido ao ano mundial da física (2005), da inserção obrigatória dos seus conceitos nos livros pelo Programa Nacional

do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), dos trabalhos aplicados após a inserção do conteúdo nos livros do Ensino Médio (EM), entre outros. Todos os movimentos para a inserção do ensino de FM no EM buscando uma forma que seja mais adequada para nossa realidade e que torne esse conteúdo mais acessível e significativo, porém, mais de 30 anos se passaram desde o de Terrazzan (1992), com uma transformação significativa na sociedade e seu uso de tecnologia, conseqüentemente aumento de elementos de FM no cotidiano das pessoas, e ainda não se verifica um ensino contínuo e de qualidade desse conteúdo de modo geral nas escolas.

O artigo base da inserção de FM no EM (TERRAZZAN, 1992), ocorreu quando o Ensino Médio ainda era chamado de 2º grau, e relata um ensino sendo dividido em conteúdos da física clássica, alegando que as condições de ensino da época não permitiam, normalmente, terminar a programação.

A influência crescente dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea para o entendimento do mundo criado pelo homem atual, bem como a inserção consciente, participativa e modificadora do cidadão neste mesmo mundo, define, por si só, a necessidade de debatermos e estabelecermos as formas de abordar tais conteúdos na escola de 2º grau. (TERRAZZAN, 1992)

Na sequência histórica dos trabalhos que influenciaram o ensino de Física Moderna no Brasil, após o artigo citado de 1992, tem-se a reformulação da Lei de Diretrizes e Bases, que ocorreu em 1996. A reestruturação LDB formaliza e aponta para uma nova direção o ensino no Brasil. Especificamente para o Ensino Médio, destaca-se uma mudança significativa nos conteúdos, metodologias e formas de avaliação, que visam que ao final do Ensino Médio o estudante demonstre, entre outras coisas, “domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna” (BRASIL, 1996).

Interessante observar que a LDB se antecipa a massificação do uso de algumas tecnologias, como o celular, até mesmo da massificação do uso de banda larga no Brasil. Outros países passaram pelo mesmo processo, mas mais tardiamente, como por exemplo na Itália, que “o Ministério da Educação Italiano decidiu recentemente incluí-lo no currículo do Ensino Médio” (tradução nossa) (RUSSO, 2018).

Como consequência direta da LDB, foram os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do Ensino Médio (ou PCNEM) em 2000, que representam um esforço coletivo no sentido de traduzir para a realidade brasileira o que o projeto de lei estava propondo e começar a dar um formato aplicável na realidade das escolas. Dentro desse trabalho realizado para a concepção do PCN do Ensino Médio, não há uma referência direta sobre o Ensino de Física Moderna, apenas apontam situações e contextos que indicam as mudanças propostas na LDB, em especial dois fatores aparecem como destaque ligados ao uso de novas tecnologias.

Para continuar a transposição que foi iniciada em 1996, e formalizada em 2000, em 2002 é lançado as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, popularmente conhecida como PCN+, com o objetivo de “facilitar a organização do trabalho da escola” (BRASIL, 2002), por meio de um conjunto de sugestões de práticas educativas e de organização de conteúdo.

Pode-se questionar a intencionalidade da frase utilizada: “É preciso introduzir Física Moderna?”, pois ela não dialoga com projeto que vem sendo desenvolvido pela

LDB e pelo PCNEM, pois nesse momento, o mais apropriado parece não discutir “se é preciso”, mas sim o “como será feito”.

Paralelamente aos documentos oficiais, algumas pesquisas vinham sendo realizadas no Brasil, sobre a panorama da FM, em destaque tem-se o trabalho de Ostermann e Moreira (OSTERMANN, 2000) apresenta um panorama geral de como o Ensino de Física Moderna foi moldado em diversos países. Posteriormente Ostermann e Pereira (OSTERMANN, 2009) publicam uma pesquisa fundamentada na consulta a artigos em revistas da área de ensino de ciências no Brasil e do exterior, publicados entre 2001 e 2006, que tratam do ensino de Física Moderna. Mais adiante os trabalhos sobre o tema ganham uma conotação diferente, destaca-se os trabalhos de Silva (SILVA, D. M. 2015) e Salomão (SALOMÃO, 2021), pois o foco saiu das questões preliminares de, por exemplo, “devemos?”, “é importante?”, etc. para que as pesquisas versassem sobre o “como?”, verificou-se que “os pesquisadores na área do ensino de Física estão desenvolvendo e aplicando metodologias que possibilitem o ensino e aprendizagem da mesma” (SALOMÃO, 2021).

Perante o exposto, o presente trabalho tem como objetivo principal entender o(s) fator(es) pelo(s) qual(is) ainda não se tem um ensino consolidado de Física Moderna no Ensino Médio. Como objetivos específicos pretende-se responder as seguintes perguntas: Com base em um diagnóstico obtido da revisão bibliométrica, qual o estado da arte para o Ensino de FM no EM? Qual proposta pode-se apresentar a partir deste diagnóstico?

## **PANORAMA QUANTITATIVO DAS PESQUISAS SOBRE O ENSINO DE FÍSICA MODERNA NO ENSINO MÉDIO: O ESTADO DA ARTE**

Um das possibilidades de sistematização quantitativo das pesquisas é a utilização de um software de análise bibliométrica, como por exemplo o Bibliometrix, que é uma ferramenta de pesquisa quantitativa em bibliometria e cienciometria.

As técnicas quantitativas de avaliação podem ser subdivididas em bibliometria, cienciometria, informetria e, mais recentemente, webometria. Todas têm funções semelhantes, mas, ao mesmo tempo, cada uma delas propõe medir a difusão do conhecimento científico e o fluxo da informação sob enfoques diversos. Existe, ainda, muita dificuldade em estabelecer onde termina um e começa outra (VANTI, 2002)

Para realizar uma abordagem quantitativa das pesquisas, foram utilizadas duas bases de dados que permitem a extração das informações por meio do Bibliometrix. O *Scopus* é uma base de dados pertencente a *Elsevier*, que combina um banco de dados de resumos e citações abrangente e com curadoria especializada com dados e literatura acadêmica vinculada em uma ampla variedade de disciplinas, revisada por pares, com cobertura global. Já o *Web of Science (WoS)*, é um conjunto de base de dados, conhecido por *Science Citation Indexes*, que permite avaliar e analisar o rendimento de pesquisas.

Para a base de dados da *Scopus*, com a utilização do primeiro descritor “*teaching*” foi encontrado uma quantidade de 773.734 documentos, utilizando o operador booleano *and* foi adicionado o termo seguinte, “*modern physics*”, obtendo um total de 227 documentos. Então foi aplicado, novamente o operador *and*

juntamente com o termo “*high school*”, finalizando assim a quantidade de 48 documentos disponíveis. Para a base da *WoS*, com a utilização do primeiro descritor “*teaching*” foi encontrado um total de 738.731, com a utilização do operador boleano *and* e do termo “*modern physics*” o número de documentos caiu para 298. Aplicando novamente o operador *and* juntamente com o termo “*high school*” chegou-se ao total de 25 documentos disponíveis.

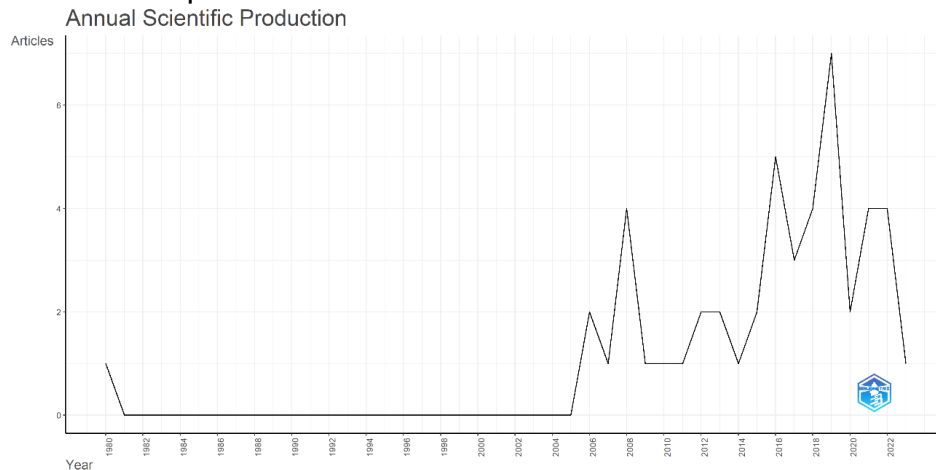


Gráfico 1 – distribuição anual dos trabalhos publicados, na plataforma Scopus

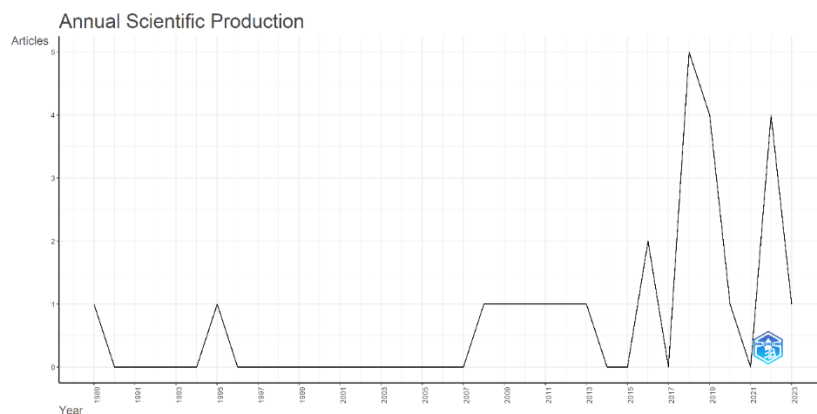


Gráfico 2 - distribuição anual dos trabalhos publicados, na plataforma WoS

Nota-se que a distribuição anual de trabalhos publicados sobre o Ensino de Física Moderna no Ensino Médio muito parecida em ambos os gráficos, seja pela base *Scopus* ou pela *WoS*, possuindo uma densidade de trabalhos muito pequena até os anos de 2006 e 2007, aumentando significativamente após essas datas.

Fazendo um paralelo com o cenário brasileiro, percebe-se que as produções em um cenário internacional, acompanham as mudanças e transições propostas tanto da LDB de 1996, quanto o PCN e PCN+. Analisando mais precisamente é possível interpretar que o Brasil esteve na vanguarda da discussão do Ensino de Física Moderna no Ensino Médio, pois se antecipa em legalizar o ensino, antes mesmo do aumento do número de publicações, podendo até ser interpretado que o número de publicações só aumentou devido a demanda social. Para os mesmos critérios de pesquisa, verificou-se os principais países envolvidos nas produções, com o intuito de contrastar com o cenário brasileiro, nisso construiu-se os gráficos 3 e 4. Verifica-se que eles corroboram a ideia de o Brasil estar na vanguarda das produções, se não ao menos ocupando um lugar de destaque no âmbito internacional.

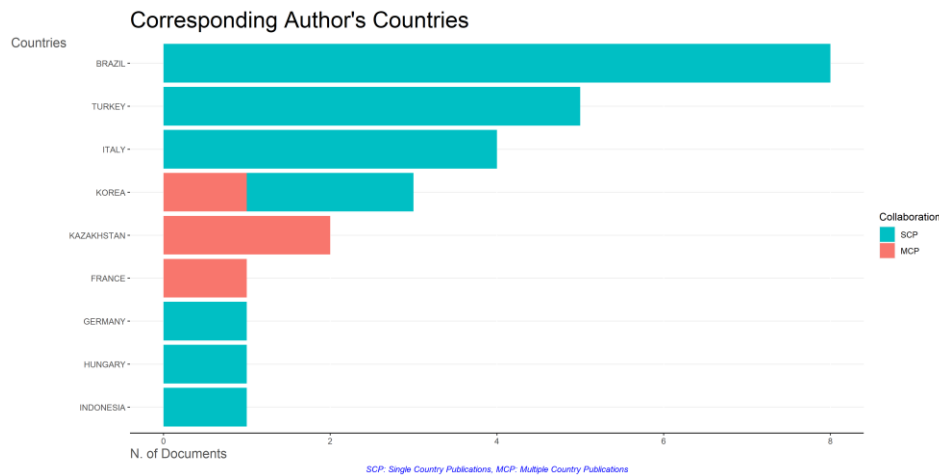


Gráfico 3- Países mais relevantes para a pesquisa realizada na base de dados Scopus

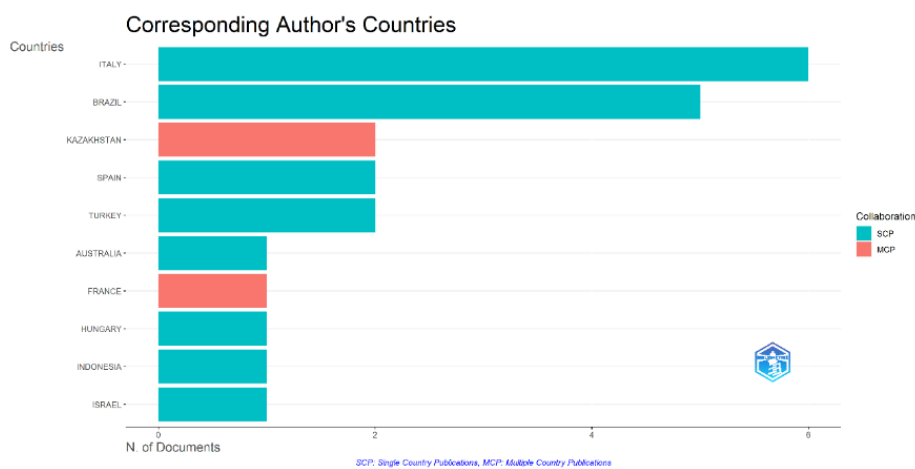


Gráfico 4 - Países mais relevantes para a pesquisa realizada na base de dados WoS

Perante as afirmações anteriormente colocadas que atualmente não se tem um método consolidado de Ensino de Física Moderna no Ensino Médio, mesmo tendo aumentado o número que pesquisas sobre o assunto e se passaram mais de 30 anos das primeiras publicações, e mais de 20 anos desde as primeiras análises do estado da arte, e analisando os resultados quantitativos apresentados para as pesquisas no Ensino de FM no EM, nas bases *Scopus* e *Web of Science*, questiona-se: será que o foco nos alunos, sem o foco na Física Moderna em si, é o caminho mais assertivo para consolidar esse assunto em sala de aula?

## REVISIONAL DA EPISTEMOLOGIA DE FLECK

O grande diferencial do trabalho de Fleck é propor um modelo interativo do processo de conhecimento, subtraindo a neutralidade do sujeito, do objeto e do conhecimento, afinando-se com a concepção construtivista da verdade (DELIZÓICOV, 2002). Portanto, retirando-se a neutralidade do sujeito, o processo de conhecimento fica sujeito aos pressupostos e condicionamentos que o sujeito inicialmente carrega, elementos de cunho histórico, social, cultural, antropológico, entre outros, passam a ser integrantes e participantes da produção de conhecimento (BARBOSA, W.G. 2021).

Fleck ancora seus principais conceitos desenvolvidos posteriormente em duas concepções. A primeira delas é a de “fato científico”, que é algo produzido por um único “coletivo de pensamento” por meio de questionamentos, dúvidas, perguntas, debates, polêmicas, e que não ficam confinados em um único círculo de especialistas, eles devem circular para poder movimentar a criação de novos pensamentos e concepções, sendo transformados conforme circulam, até que esse “fato científico” se estabiliza, se tornando um “fato incontestável”.

A segunda concepção que Fleck ancora seus principais conceitos é a definição de protoideia ou pré-ideias, que são as ideias vagas, livres, que não possuem inicialmente caráter científico, mas que traduzem as noções mais fundamentais a respeito de determinado fato científico. O valor da pré-ideia não reside no seu conteúdo lógico e objetivo, mas em seu significado heurístico enquanto potencial a ser desenvolvido (FLECK, 2010, p. 67)

Uma vez fundamentado a existência de um fato científico, e com as pré-ideias determinadas, Fleck propõe duas das suas principais ideias de trabalho, que vão embasar as suas análises posteriores: o **Coletivo de Pensamento** e o **Estilo de Pensamento**.

Nessa perspectiva, Fleck concebe uma noção de evolução da ciência associada à estrutura da comunidade de pesquisadores, do coletivo de pensamento que possui um estilo de pensamento que é influenciado pelo desenvolvimento histórico das ideias e conceitos. Sugere que uma melhor compreensão dessa estrutura é facilitada pela análise da forma como se dá a inserção dos jovens cientistas na comunidade científica. (MASSONI, 2015)

Entende-se por coletivo de pensamento uma comunidade de pessoas que estão em intercâmbio ou interação de pensamento, esse coletivo de pensamento compartilha de uma atitude estilizada entre seus membros, que tem como raiz uma disposição para ver, observar e perceber de forma dirigida, originária da tradição, formação e costume (FLECK, 2010). Logo, pode-se perceber uma comunidade científica de um determinado campo, que se expressam por meio de um mesmo ideal como um coletivo de pensamento. Quando um portador comunitário do coletivo de pensamento, se expressa, dentro da estrutura social, com linguagem específica, ele demonstra um estilo de pensamento. Nesse estilo de pensamento percebe-se os conhecimentos e práticas envolvidas dentro do coletivo de pensamento.

## **ESTILOS DE RACIOCÍNIO NAS CIÊNCIAS E NAS ARTES**

Dentro dos diversos coletivos de pensamentos existentes, os elementos de um grupo possuem um mesmo estilo de raciocínio, demonstrando e desenvolvendo suas particularidades ao se expressarem. Com isso, adota-se uma visão pluralista com relação a quantidade de estilos diferentes, mesmo dentro de um mesmo campo do conhecimento.

Quando se verifica que existe diferentes estilos, pode-se analisar elementos que caracterizam esse tipo de expressão, no intuito de agrupar e diferenciar o que for necessário, para identificar possíveis padrões adotados. O pesquisador Otavio Bueno (BUENO, O. 2018) faz um paralelo dos estilos encontrados nas artes, mas precisamente na pintura, e na ciência, encontrando cinco especificações em cada, que, segundo ele, são as bases necessárias para determinar e analisar o estilo.

Otávio Bueno fundamenta sua análise sobre o tema usando de base os trabalhos de Crombie (1994), que identificou seis estilos de pensamentos: dedutivo, experimental, hipotético, taxonômico, estatístico e evolucionário. Bueno argumenta sobre transformando os estilos de pensamentos de Crombie em estilos de raciocínios, com o intuito de aprofundar as comparações entre diferentes estilos.

Mas qual é a importância de se compararem os estilos nas ciências e nas artes? Há diversas razões para tanto. Ao buscarmos compreender como esses estilos se alteram ao longo da história, podemos compreender aspectos significativos das ciências, das artes e das relações entre elas, além de dispormos de ferramentas importantes para a avaliação objetiva das práticas científicas e artísticas: em que medida realizam adequadamente (ou não) a visão subjacente ao estilo a que pertencem (BUENO, O. 2018).

Em seu trabalho, Bueno (2018) ainda faz um comparativo entre a mecânica quântica (não-relativística) e mecânica clássica, pegando como referência os trabalhos de Heisenberg e Schroedinger, argumentando que um estilo não deve depender de um conteúdo particular de determinadas teorias (BUENO, O. 2018), pois se isso fosse verdade, uma mudança de teoria implicaria imediatamente em uma mudança de estilo, o que não corresponderia a realidade histórica.

Posto as teorias de Fleck e Otávio Bueno, o presente trabalho propõe a seguinte continuidade de pesquisa: devido a Física Moderna apresentar um caráter mais abstrato para os alunos do Ensino Médio, devido aos tipos de fenômenos envolvidos bem como a forma de visualização deles juntamente com uma complexidade matemática, não estaria o estilo de raciocínio necessário para o aluno compreender os fenômenos mais próximo dos estilos encontrados nas Artes do que no estilo presente na Física Clássica?

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Verificou-se que existiu uma demanda crescente para o ensino de Física Moderna para o Ensino Médio, desde os primeiros trabalhos na área, passando pelos documentos oficiais e aos trabalhos que analisaram a implementação desse assunto no currículo escolar. Porém, mais de trinta anos se passaram desse início e para qualquer professor de física em atividade é de fácil percepção que ainda não está consolidado uma metodologia eficaz popularmente disseminada.

Por meio da análise bibliométrica, apurou-se que o número de artigos publicados em duas bases de dados internacionais, e constatou-se que uma crescente nas publicações, corroborando com o cenário nacional e indicando que o Brasil ocupa um lugar de destaque nas pesquisas sobre o tema, além de indicar a possibilidade de os trabalhos estarem focados nos alunos.

Sobre a perspectiva dos trabalhos de Ludwik Fleck e Otávio Bueno, formalizou-se os conceitos de estilos de pensamentos e estilos de raciocínios, a partir de um modelo interacionista e construtivista do conhecimento. Comparando-se os estilos de raciocínio entre ciências e artes, verificou-se semelhanças entre eles que podem gerar discussões sobre suas atuações.

O presente trabalho pretende, posteriormente a partir dessa análise, verificar se um dos motivos da não implementação adequada do conteúdo de Física Moderna no Ensino Médio, mesmo após 30 anos dos primeiros trabalhos publicados, se deve ao fato de que o estilo de pensamento envolvendo a FM está mais próximo do estilo

das artes do que o estilo da Física Clássica, pois como demonstrado aqui, existe indícios que a forma empregada até o momento não está sendo efetiva.

### Referências

- BARBOSA, W. G. Análise da trajetória de um programa de pós-graduação profissional em ensino (PPGFCET) sob a perspectiva da epistemologia de Fleck. **ACTIO**, Curitiba, V.6, n.3, p. 4-30. Set/dez 2021.
- BUENO, O. Estilos de Raciocínios nas Ciências e nas Artes. **Filosofía e Historia de la Ciencia en el Cono Sur**. Córdoba, Argentina, 2018.
- BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996**, Brasília, Brasil, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 2002.
- CROMBIE, A. C. *Styles of Scientific Thinking in the European Tradition*. 3 volumes. London: Duckworth, 1994.
- DELIZOICOV, D.; CASTILHO, N. Sociogênese do conhecimento e pesquisa em ensino: contribuições a partir do referencial Fleckiano. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 19, número especial, p. 52-69, jun. 2002.
- FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte. Fabrefactum. 2010.
- MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A.; A Epistemologia de Fleck: Uma Contribuição ao Debate sobre a Natureza da Ciência. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 237-264, maio, 2015.
- 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*, - V5(1), p. 23-48, 2000.
- OSTERMANN, F., PEREIRA, P. Sobre o Ensino de Física Moderna e Contemporânea: Uma revisão da produção acadêmica recente. *Investigações em Ensino de Ciências*, - V14(3), p. 393-420, 2009.
- RUSSO, A. **An inquiry-based learning path to introduce modern physics in high-school**. Journal of Physics: Conf. Series 1076, 2018
- SALOMÃO, J.P., ARAUJO, R.R. Estado da questão sobre a formação inicial de professores para o ensino de Física Moderna e Contemporânea. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.38, n.1, p. 459-478, abril. 2021.
- SILVA, D.M. **ENEM: uma análise retrospectiva e prospectiva dos riscos associados em sem mais que uma avaliação diagnóstica**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação Profissional em Gestão e Avaliação da Educação Pública da Universidade Federal de Juiz de Fora. UFJF, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/3621>>. Acesso em 10 set. 2023.
- TERRAZZAN, E. A. (1992). A inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino de Física na Escola de 2º Grau. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 9(3), 209–214.
- VANTI, N. A. P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da Informação**, v. 31, n. 2, p. 152-162, maio/ago, 2002.