



**REVISÃO DA LITERATURA SOBRE O ENSINO DE FÍSICA
MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO SOB A ÓTICA
DA TAS: PROBLEMÁTICAS EMERGENTES A PARTIR DE EVENTOS
BRASILEIROS DE ENSINO DE FÍSICA**

*LITERATURE REVIEW ON MODERN AND CONTEMPORARY PHYSICS TEACHING
IN HIGH SCHOOL IN THE MLT PERSPECTIVE: PROBLEMS EMERGING FROM
BRAZILIAN EVENTS ABOUT TEACHING PHYSICS*

Guilherme Salgueiro Goulart
Mestre em Ensino de Física - Universidade Federal de Santa Maria
guilhermesalgueiro.g@hotmail.com

André Ary Leonel
Doutor em Educação Científica e Tecnológica – Universidade Federal de Santa Catarina
andre.leonel@ufsc.br

Resumo

Essa pesquisa apresenta o resultado de uma revisão de literatura relacionado ao ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC), desenvolvida a partir de dois eventos brasileiros de ensino de física: Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF). Destaca-se que este trabalho é parte de uma investigação maior que tem como objetivo buscar potencialidades a partir da aprendizagem significativa para o ensino de FMC no ensino médio. Nesse sentido, com a constituição do *corpus* de pesquisa, a partir da técnica de Análise de Conteúdo AC), chegou-se a duas categorias que são discutidas a partir do referencial da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). Através das categorias emergentes foi possível identificar e compreender algumas das principais dificuldades e desafios enfrentados pelos professores ao se trabalhar com a temática de FMC no contexto do ensino médio, sendo elas: dificuldades com operações matemáticas; falta de empenho e motivação; falta de estrutura adequada para o desenvolvimento de atividades experimentais; carga horária reduzida da disciplina de Física no Ensino Médio; deficiência na formação de professores. A partir deste quadro será apresentada uma análise com relação a essas problemáticas e suas implicações.

Palavras-chave: Ensino de Física; Eventos; Dificuldades e desafios; Física Moderna e Contemporânea; Teoria da Aprendizagem Significativa.

Abstract

This research presents the result of a literature review related to the teaching of Modern and Contemporary Physics (MCP) developed from two Brazilian events on physics education: Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) and Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF). It is noteworthy that this work is part of a larger investigation that aims to seek potential from learning approximately for the teaching of MCP in high school. In this sense, with a constitution of the research corpus, based on the technique of Content Analysis CA), two categories were reached that are discussed from the framework of the Meaningful Learning Theory (TAS). Through the emerging categories, it was possible to identify and understand some of the main difficulties and challenges faced by teachers when working with the theme of MCP in the context of high school, namely: difficulties with mathematical operations; lack of commitment and motivation; lack of adequate structure for the development of experimental activities; reduced workload of the discipline of Physics in High School; deficiency in teacher education. Based on this table, an analysis of these issues and their conclusions will be presented.

Keywords: Physics Teaching; Events; Difficulties and Challenges; Modern and Contemporary Physics; Meaningful Learning Theory.

1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio (EM) é um tema de grande relevância dentro da área de pesquisa em Ensino de Física (EF). Considerando o contexto brasileiro, conforme Sanches (2006), essa temática já vinha sendo abordada desde 1970, entretanto, foi a partir 1980 que ela se constitui como uma linha de pesquisa, cujo foco central consistia em questionar os tradicionais temas de física trabalhados no EM e justificar a inserção da FMC dentro desse nível de ensino. Dentro dessa mesma perspectiva, segundo Alvetti (1999), já em 1997, no XII Simpósio Nacional de Ensino de Física, realizado em Belo Horizonte, pode-se constatar que dos mais de duzentos trabalhos inscritos, pelo menos 20 se referiam diretamente ao ensino de FMC.

Nesse cenário, de trabalhos relacionados a temática de FMC, destacam-se aqueles desenvolvidos por Terrazzan (1992) e Ostermann e Moreira (2000) que são considerados pioneiros dentro do processo de introdução da FMC no currículo de física do ensino médio brasileiro (GOULART e LEONEL, 2020). Os mesmos são utilizados como referencial básico dentro dessa linha de pesquisa, justamente por serem taxativos quanto à necessidade de se inserir a FMC no nível médio de ensino.

De acordo com Ostermann, Ferreira e Cavalcanti (1998), são inúmeras as razões para que haja a introdução desses conteúdos no EM, como por exemplo, para despertar a curiosidade dos estudantes e ajudá-los a reconhecer a física como construção humana, proporcionando assim o contato dos alunos com as ideias que revolucionariam a Ciência no século XX, assim como também, atrair esses jovens para a carreira científica.

Indo nesta mesma direção, Leonel (2010) afirma que a FMC responde a várias questões e situações do mundo atual que são de interesse dos alunos e que a Física clássica não explica, tornando o EF mais próximo da realidade atual. Ainda no século passado, Terrazzan (1992) justificava que a inserção da FMC é fundamental para a compreensão do funcionamento de aparelhos e artefatos eletrônicos, bem como, dos fenômenos do cotidiano. Segundo ele, a abordagem em sala de aula de alguns desses conceitos que foram estabelecidos a partir do século XX, pode auxiliar o estudante a construir o entendimento do mundo criado pelo homem atual, e perceber que a sua inserção consciente e participativa é modificadora do mundo.

Conforme Busatto et al (2018), em consonância com os documentos legais, a FMC é um dos elementos necessários para que o indivíduo possa se posicionar de forma crítica e atuante. “Desta forma, o indivíduo será capaz de efetuar relações entre a Ciência Natural e a sociedade, e entender a importância dos conteúdos de FMC.” (BUSATTO et al, 2018, p.105).

Nesse sentido, reconhece-se a importância e a necessidade de que esses conteúdos sejam incorporados e devidamente abordados no EM. Logo, torna-se desnecessário fomentar discussões que venham a dialogar dentro dessa mesma perspectiva. Entretanto, outras preocupações começam a ficar latentes e, atualmente, os questionamentos devem estar centrados nas formas como esses conhecimentos vêm sendo abordados em sala de aula, ou seja, de que forma podemos nós, enquanto professores pesquisadores, contribuir com a presença efetiva desses conteúdos em sala de aula.

A relevância em se investigar tal problemática, é evidenciada a partir de trabalhos como o de Machado e Nardi (2003) e Leonel (2010), que constata que muitos professores consideram importante a abordagem da FMC em sala de aula, entretanto, poucos trabalham

com essa temática. Com isso, o questionamento a ser feito é o de que: “Se há a concepção da importância em se trabalhar com esses conteúdos, por que não os trabalha?”

Uma resposta ao questionamento poderia ser a carência de pesquisas que propõe investigar tal situação. Essa afirmação é espelhada a partir da revisão bibliográfica, desenvolvida por Pereira e Ostermann (2009), em que os autores elencam quatro “categorias” nas quais as pesquisas relacionadas ao ensino de FMC no EM estariam centradas. São elas: 1) propostas didáticas testadas em sala, 2) levantamento de concepções, 3) bibliografia de consulta para professores e 4) análise curricular.

Dentre as categorias listadas, verifica-se que poucas pesquisas têm sido conduzidas no sentido de compreender quais as dificuldades que os professores de física do EM podem vir a possuir ao trabalharem com essa temática em sala de aula. Em convergência a essa constatação, Silva, Arengi e Lino (2013) nos dizem que tem sido realizados estudos visando o estudo de concepções alternativas e identificação de obstáculos para o aprendizado dos novos tópicos, mas em contrapartida, a preparação – ou formação - dos professores em exercício para a prática desses tópicos em sala de aula, não tem sido suficientemente investigada.

Com isso, entende-se que as pesquisas dentro dessa linha devam ser (re)direcionadas aos professores de física, pois são eles os responsáveis por conduzir o processo de ensino e aprendizagem. Assim como Carvalho e Gil-Péres (2011), parte-se do princípio que não basta estruturar cuidadosa e fundamentalmente um currículo se o professor não receber uma formação adequada para executá-lo nem se ficar excluído, sem voz ativa e autonomia no processo de estruturação curricular.

Nesse sentido, propomos nesse trabalho apresentar uma revisão de literatura desenvolvida em dois dos principais eventos brasileiros de EF, a saber: Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), tendo como objetivo identificar quais potencialidades estão associadas à utilização do referencial teórico da Aprendizagem Significativa (AS) para o ensino de FMC no contexto do EM, bem como também compreender quais as dificuldades e desafios enfrentados pelos professores ao trabalhar com essa temática em sala de aula.

A escolha da TAS, enquanto referencial teórico, se justifica a partir do conceito central desta teoria, a AS. Assim, o conhecimento passa a ser encarado como um constructo que envolve a interação de uma nova informação a estrutura de conhecimento pré-existente do aprendiz (subsunção). Quando essa relação ocorre um novo conhecimento, com um grau maior de complexidade é estabelecido. No entanto, a lógica contrária representa o que conhecemos por aprendizagem mecânica, no qual os conceitos, por não serem significativos ao aprendiz, são decorados e, possivelmente, esquecidos (MOREIRA, 2011).

Por fim, salientamos que esse é um trabalho complementar ao já realizado por Goulart e Leonel (2020)¹. Logo, ao apresentarmos e discutirmos as dificuldades verificadas no processo de revisão da literatura, consideraremos as duas categorias compreendidas e, já estabelecidas,

1 Goulart, G. S. e Leonel, A. A. Revisão da Literatura sobre o ensino de física moderna e contemporânea no ensino médio: Potencialidades a partir da aprendizagem significativa. **Revista Dynamis**, FURB, Blumenau, v.26, n.1, p. 192-215, 2020. Disponível em <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/dynamis/article/view/8565/4531>

no trabalho supracitado, juntamente com aquelas oriundas do processo de revisão desenvolvido e apresentado neste trabalho.

2 JUSTIFICATIVA PARA A PESQUISA NOS EVENTOS SNEF e EPEF

Assim como Lacerda et al. (2008) entendemos que os eventos propiciam maior dinamismo e aproximação entre os pesquisadores, contando, também, com um fluxo maior de trabalhos. Além disso, os eventos acabam por ser mais convidativos aos professores da educação básica, público ao qual estamos interessados nessa pesquisa. Em virtude destas questões, optamos por desenvolver essa revisão de literatura tendo como base para a pesquisa os dois principais eventos brasileiros da área de EF: Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF).

O SNEF

“[...] é um evento promovido pela Sociedade Brasileira de Física – SBF, e que acontece a cada dois anos, mudando a cidade-sede a cada Simpósio. O I SNEF ocorreu no Instituto de Física da Universidade de São Paulo em 1970, quatro anos após a criação da Sociedade Brasileira de Física. Essa iniciativa foi repetida com periodicidade de 3 anos até 1985, quando a Assembléia Geral do VI SNEF, realizado na Universidade Federal Fluminense, aprovou a periodicidade de 2 anos para os próximos SNEFs e que permanece até os dias de hoje”. (SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 2011)

Esse é considerado o evento brasileiro pioneiro na constituição da área de EF. Em trabalho publicado por Nardi (2005), é reiterado pelo autor que, após a segunda guerra mundial, as perspectivas relacionadas a formação docente estavam voltadas a ideia de que “era necessário preparar um contingente de professores e pesquisadores que acelerasse o processo de industrialização, dirigido para uma tecnologia forte capaz de armar e defender a nação [...]” (NARDI, 2005, p.79-80). Com isso, segundo o autor, a educação básica, em especial o EM, abraça um viés comportamentalista, onde o EF denota a utilização de aulas puramente expositivas e baseadas na memorização de conceitos.

Tendo em vista essa problemática, pesquisadores da área de ensino tomam essa preocupação e veem a necessidade de que discussões sejam implantadas a fim de que se busque alternativas para reverter a situação que estava sendo posta. A partir desse entendimento, conforme Nardi (2005), no dia 26 de janeiro de 1970 pesquisadores das mais diversas regiões do país, incomodados com esse contexto, somam esforços e desenvolvem o I SNEF como forma de repensar o EF vigente.

O desenvolvimento do SNEF abriu espaço para que outro grande evento da área fosse desenvolvido: o EPEF.

O caráter amplo que caracterizou os primeiros SNEF, tornando-se tradicional a apresentação num só evento de trabalhos de pesquisa, relatos de experiências didáticas, descrição de produção e uso de equipamentos didáticos, dentre outros, levou os físicos que já estavam se dedicando apenas à pesquisa em ensino de Física como atividade principal de pesquisa a se preocupar em encontrar espaço para discussão de seus projetos de pesquisa no sentido mais stricto: surge daí, 15 anos após, o primeiro EPEF – Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (idem, p.28).

Em linhas gerais

O Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) também é promovido pela SBF e acontece a cada dois anos. Seu objetivo é proporcionar um ambiente de discussões e debates sobre a pesquisa em ensino de Física e a disseminação dos resultados de investigações. O evento congrega pesquisadores e estudantes de pós-graduação que desenvolvem pesquisas na área de ensino de Física. (Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2010)

Nesse sentido, a partir da relevância que esses eventos possuem dentro da área de pesquisa em Ensino de Física seria desproposital que os mesmos não contemplassem o escopo dessa revisão da literatura. Desta forma, levando em consideração o contingente numeroso de trabalhos, optou-se por considerar aqueles trabalhos publicados a partir do ano 2005, justamente por este trazer consigo a simbologia relacionada ao aniversário de 100 anos do famoso ano miraculoso de Einstein. Logo, o período de busca considerado está contido desde o ano de 2005 até 2018. É importante destacar ao leitor que tanto o SNEF quanto o EPEF ocorrem de forma bianual, sendo que o primeiro tem sua recorrência em anos ímpares, enquanto o outro tem sua incidência em anos pares. Esse caráter faz com que tenhamos um espaçamento entre as edições de cada evento. É por esse motivo que os dados apresentados, relacionados aos eventos, ao longo desse texto, estarão dispostos seguindo essa perspectiva.

3 PESQUISA REALIZADA NOS EVENTOS

O desenvolvimento dessa etapa da revisão de literatura deu-se de forma semelhante ao realizado por Goulart e Leonel (2020). De forma inicial, foram acessados os *sites* dos eventos SNEF e EPEF, entre os anos de 2005 e 2018. Conforme salientado no tópico anterior, ambos os eventos ocorrem bianualmente, sendo o SNEF em anos ímpares e o EPEF em anos pares. Entretanto, destaca-se que o EPEF contou com uma edição extra no ano de 2011, sendo produzido em conjunto com o Encontro de Física, realizado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF). Em 2016 essa sistemática voltou a se repetir. Eventos oficiais da SBF, de distintas áreas de atuação, foram agrupados sendo o EPEF o evento escolhido para representar a área de EF.

Começamos o processo de coleta de dados utilizando o mecanismo de busca presente nesses *web-sites*. Inicialmente, o motor de busca utilizado foi a palavra **Física Moderna**. Aqui, cabe justificarmos a escolha por apenas esse motor de busca, já que, durante a pesquisa realizada nas revistas, foi utilizado, além desse, duas outras variações (Física Moderna e Contemporânea; Física Moderna no Ensino Médio).

Conforme pode ser observado no quadro 1, a coleta de dados realizadas em cada uma das edições dos respectivos eventos deu-se, em grande parte, a partir do mecanismo de busca no próprio site do evento. Passos e Caregnato (2018) salientam que esse instrumento possibilita uma padronização na procura de dados, o que facilita o processo de pesquisa. Além disso, as autoras descrevem como funciona esse instrumento, dizendo-nos que “[...] as solicitações dos usuários são cruzadas com um índice, formado por todos os termos encontrados nos documentos ou por uma lista com títulos, autores, categorias e informação relacionada” (idem, p. 295). O mecanismo de busca dos eventos, diferentemente das revistas, não possui a opção de “Escopo da busca” e, portanto, irá verificar a palavra em todo o trabalho.

Entretanto cabe destacar que em algumas edições, de ambos os eventos, não foi possível a utilização desse instrumento, conforme se pode observar no quadro 1:

Quadro 1- Presença dos motores de busca

Evento	Ano	Mecanismo de Busca	
		Presente	Ausente
SNEF	2005	Sim	-
	2007	Sim	-
	2009	Sim	-
	2011	-	Sim
	2013	Sim	-
	2015	Sim	-
	2017	Sim	-
EPEF	2006	Sim	-
	2008	Sim	-
	2010	-	Sim
	2011	-	Sim
	2012	-	Sim
	2014	-	Sim
	2016	-	Sim
	2018	-	Sim

Fonte: Autores

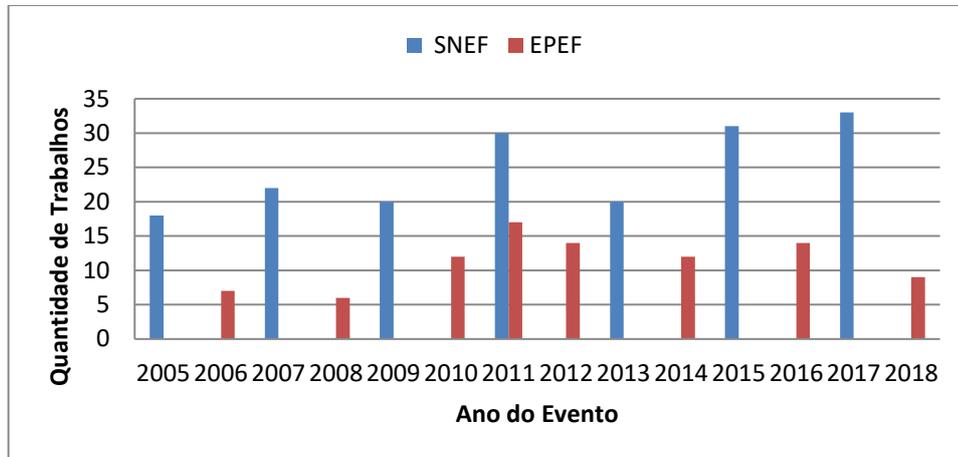
Nesse sentido, como optamos por utilizar o mecanismo de busca daquelas edições que o possuem, foi necessário pensarmos em uma estratégia que pudesse contornar a dificuldade de ausência desse mecanismo em outras edições. Assim, pensamos em uma estratégia que mantivesse características similares ao mecanismo de busca presente no site dos eventos. Sendo assim, foi realizado o seguinte procedimento:

- a) Procuramos a opção “Programa/Programação” no site dos eventos.
- b) Ao selecionarmos essa opção, fomos direcionados ao campo “Comunicação Oral” e “Painéis”.
- c) Cada um dos trabalhos, correspondentes ao campo de busca, é “aberto” sendo utilizado o seguinte comando: **(Ctrl + F + motor de busca)**.
- d) Todos os trabalhos que apresentarem, ao longo do texto, a palavra descrita pelo motor de busca serão selecionados.

A partir dessa estratégia, julgamos desnecessário utilizar os outros dois motores de busca (**Física Moderna e Contemporânea; Física Moderna no Ensino Médio**), uma vez que ambos começam com a palavra Física Moderna e, portanto, serão incluídos, naturalmente, no contingente de trabalhos a serem lidos. Com isso, chegamos a um total de 265 trabalhos, sendo desses 91 trabalhos publicados no EPEF e 174 trabalhos no SNEF.

Afigura 1 demonstra o número de trabalhos publicados em cada uma das edições de ocorrência do evento.

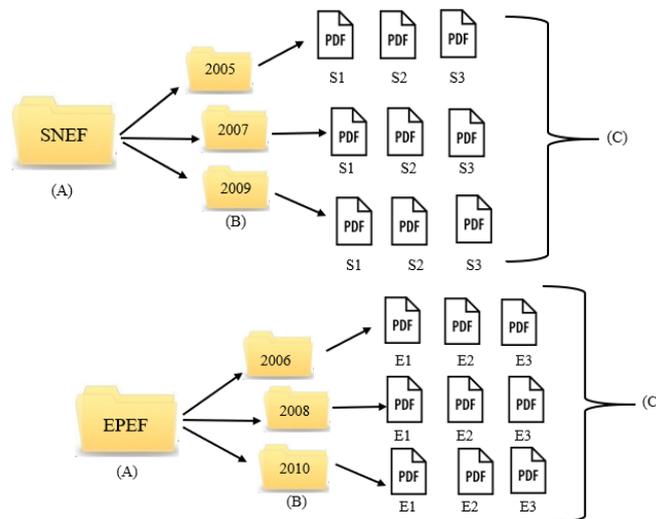
Figura 1- Gráfico representado a distribuição dos trabalhos de acordo com o evento pesquisado



Fonte: Autores

Os trabalhos selecionados foram distribuídos em duas pastas, nominadas conforme o evento (A). Dentro de cada pasta foram criadas subpastas, denotadas, a partir de um ano específico (B). Nas subpastas foram armazenados os trabalhos, caracterizados a partir de um código (**Marcador + Número**) que permite identificá-lo no interior da pasta criada (C).

Figura 2- Fluxograma sobre a distribuição dos trabalhos dentro das pastas (Recorte)



Fonte: Autores

Após ser feita essa distribuição, partimos para a última etapa da filtragem. Nesse sentido, adotamos como estratégia verificar no título, resumo e palavras-chave, dos trabalhos coletados, se ao menos uma das palavras (**Aprendizagem Significativa, Unidade de Ensino Potencialmente Significativa e Ausubel**), definidas a priori, estava(m) presente(s). Caso essa

correspondência fosse estabelecida, o trabalho era selecionado. Entretanto, destaca-se que, em alguns trabalhos, verificamos a ausência de resumo e/ou palavras-chave, o que fez com que estruturássemos o seguinte processo de filtragem:

- i) Os arquivos, no formato PDF, foram abertos.
- ii) Como forma de estabelecer a pesquisa no arquivo, utilizou-se o seguinte comando: **(Ctrl + F + motor de busca)**.
- iii) Os motores de busca foram utilizados, exatamente, nesta ordem: **Aprendizagem Significativa, Unidade de Ensino Potencialmente Significativa e Ausubel**.
- iv) Se o trabalho apresentasse ao menos um desses motores de busca seria selecionado.

Ao término dessa etapa, chegamos a um conjunto de onze trabalhos (**Quadro 2**)²:

Quadro 2- Conjunto final de trabalhos dos eventos (SNEF e EPEF)

Evento	Título do trabalho	Autores	Ano	Sigla
Simpósio Nacional de Ensino de Física (Código S)	Para o ensino de radiação de corpo negro no nível médio	Alisson Daniel de Macedo Vitor e Joao Antônio Corrêa Filho	2007	E1
Simpósio Nacional de Ensino de Física (Código S)	Elaboração de um pôster como material didático para abordar conceitos de produção de raios-x e radioproteção em aulas de Física	Adão José de Souza e Mauro Sérgio Teixeira de Araújo	2009	E2
Simpósio Nacional de Ensino de Física (Código S)	Dualidade partícula-onda e difração de elétrons: Uma possibilidade para a inserção de conceitos de Física Moderna e Contemporânea no segundo ano do Ensino Médio	Jefferson Adriano Neves, Luiz da Silva e Iraziet da Cunha Charret	2017	E3
Simpósio Nacional de Ensino de Física (Código S)	Uma proposta de sequência didática para o ensino de Física Nuclear no Ensino Médio	Renan Schetino de Souza e José Luiz Matheus Valle	2017	E4
Simpósio Nacional de Ensino de Física (Código S)	Proposta de uma UEPS para o ensino de semicondutores e funcionamento do LED	Sebastião Carlos do Espírito Santo e Marcelo Oliveira da Costa Pires	2017	E5
Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (Código E)	Modelos mentais de alunos do PROEJA sobre fenômenos clássicos e modernos e a dualidade da luz	Renata Lacerda Caldas Martins e Marília Paixão Linhares	2010	E6
Encontro de Pesquisa em Ensino de	(*) Estudos sobre superposição linear e estado de sistemas quânticos em cursos introdutórios de mecânica	Carlos Raphael Rocha, Victoria Elnecave Herscovitz e Marco	2011	E7

2 Os trabalhos que apresentam o símbolo (*) não possuem resumo e/ou palavras-chave.

Física (Código E)	quântica	Antonio Moreira		
Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (Código E)	(*) Aprendizagem autônoma como ferramenta indispensável no processo de ensino- aprendizagem de física óptica e moderna na educação superior à distância	Fernando Andrés Londoño Badillo, Hamilton Viana da Silveira	2011	E8
Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (Código E)	(*) Princípio de Equivalência no Ensino Médio	Adevailton Bernardo dos Santos	2011	E9
Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (Código E)	(*) Física Moderna no Ensino Médio: As principais dificuldades segundo alunos e professores	Bruna C. Costa, Denise F. de Mello, Gustavo F. Prado, Pablo Venegas	2011	E10
Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (Código E)	Ensino investigativo sobre Radiação de Corpo Negro	Tairine L. D. Machado e Hamilton P. S. Corrêa	2018	E11

Fonte: Autores

4 ANÁLISE DOS TRABALHOS CONSIDERADOS QUE FORAM PUBLICADOS NOS EVENTOS

A metodologia utilizada nessa etapa será a Análise de Conteúdo (AC) (BARDIN, 1977). Dentro desse contexto, a partir da realização da chamada leitura flutuante, os trabalhos E6, E7, E8, E9 e E10 foram descartados. Esse movimento se deu com base na constatação de que em E6 à E10 não há relação com o objetivo desta revisão de literatura.

Em E6, por exemplo, a pesquisa realizada visa investigar os modelos mentais elaborados pelos alunos do PROEJA sobre os fenômenos clássicos e modernos (MARTINS e LINHARES, 2010). Já o trabalho E10, traz um levantamento realizado com alunos do EM sobre as principais dificuldades encontradas por estes na aprendizagem de conteúdos de Física e em particular sobre os conteúdos de Física Moderna (COSTA et. al, 2011). Com relação aos trabalhos E7, E8 e E9 verificamos que os mesmos não são atividades voltadas para o ensino de FMC no EM, por isso, foram descartados.

Com isso, chegamos ao *corpus* de análise que é composto, agora, por seis trabalhos (E1, E2, E3, E4, E5 e E11). Definida essa etapa, partimos para a segunda fase da AC: a exploração do material. Nesse sentido, utilizamos exatamente o mesmo procedimento detalhado no trabalho desenvolvido por Goulart e Leonel (2020), ou seja, foram realizados resumos de cada trabalho que compõem nosso *corpus* de análise. Sendo assim, a partir das similaridades apresentadas pelos trabalhos, quanto aos objetivos e metodologia de ensino, foram definidas *a posteriori* duas categorias: **i) Propostas didáticas para o ensino de FMC; ii) Estratégias didáticas para o ensino de FMC**

Destacamos que os trabalhos que apresentam propostas didáticas para o ensino de FMC a serem aplicadas no EM encontram-se dentro da categoria i. No entanto, aqueles trabalhos que trazem estratégias didáticas já implementadas em turmas do EM enquadram-se na categoria ii.

Além disso, cabe destacar que os trabalhos foram aglutinados dentro da categoria que mais se aproximava de acordo com seus objetivos e metodologia.

Por fim, a última etapa da AC, caracterizada pelo tratamento dos resultados, contém os principais resultados em cada uma das categorias de classificação. A seguir, iremos apresentar e discutir com maior profundidade as duas categorias emergentes do processo de análise.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 PROPOSTAS DIDÁTICAS PARA O ENSINO DE FMC

Os dois trabalhos que compõem essa categoria trazem propostas didáticas que se diferenciam em alguns aspectos, mas que convergem em outros. No trabalho E4 é desenvolvido um protótipo de sequência didática, fundamentada teoricamente no referencial Vygotskyano e Ausubeliano, para trabalhar com a temática de Física Nuclear no EM. Essa sequência didática é inconclusa, pois não detalha as estratégias didáticas a serem utilizadas ao longo das oito aulas previstas.

Esse aspecto é salientado pelos autores a partir do seguinte extrato:

A distribuição que propomos abaixo é uma versão inicial dos temas e atividades a serem cumpridas em cada aula. A metodologia de ensino-aprendizagem variará de acordo com o número de complexidade e adaptabilidade dos temas e ainda está em processo de construção. Entretanto, para procurar motivar o máximo possível os estudantes, pretendemos utilizar estratégias distintas em cada aula. (SOUZA e VALLE, p. 5, 2017).

Entretanto, mesmo com a ausência desses elementos, percebe-se que as aulas foram pensadas a partir de questões norteadoras, uma vez que em cada uma delas há a presença de, pelo menos, uma dessas questões. Uma característica marcante das mesmas é a de que elas são formuladas no sentido de instigar discussões sobre o tema específico da aula, o que converge com os referenciais teóricos utilizados.

Na perspectiva da AS, os autores salientam a necessidade de que alguns conceitos base sejam trabalhados de forma anterior à sequência didática estruturada, de forma a servirem como subsunçores para a aprendizagem da Física Nuclear.

Nesse sentido, de acordo com Souza e Valle (2017) a:

[...] sequência didática pressupõe que os conteúdos típicos de Física Moderna sejam abordados anteriormente a ela. Assim, dentro do que se espera, as primeiras cinco aulas serão ocupadas com os temas: Ondas Eletromagnéticas; Radiação do Corpo Negro e Quantização da Energia; Efeito Fotoelétrico; Modelo Atômico de Bohr; Dualidade Onda-Partícula e Princípio da Incerteza. Outras duas aulas tratarão do tema Relatividade Restrita, podendo ser dadas tanto antes quanto depois do assunto Física Nuclear ser abordado, conforme a conveniência e/ou disponibilidade de tempo do professor (idem, p.5)

Mesmo que não sejam fornecidos subsídios sobre as formas como serão estruturadas as aulas a fim de que esses conceitos se tornem significativos ao aprendiz, a presença dessa preocupação é um elemento importante, pois reflete a preocupação dos mesmos com um dos aspectos fundamentais para que ocorra a AS: a presença de conceitos subsunçores. Uma alternativa para o desenvolvimento desses conceitos seria a elaboração de Organizadores Prévios (OP), entretanto, essa não é uma hipótese apontada pelos autores.

A proposta didática desenvolvida no trabalho E5 se dá de forma semelhante à desenvolvida no trabalho E4. Entretanto, os autores propõem o desenvolvimento de uma UEPS para trabalhar com a FMC na perspectiva de explicar o funcionamento de materiais semicondutores, como o LED. Nesse sentido, a UEPS é estruturada a partir dos oito passos descritos por Moreira (2011) e, de forma concomitante, dentro de alguns desses passos será utilizada a metodologia da Sala de aula invertida que, resumidamente, pressupõem o professor como um facilitador no processo de ensino-aprendizagem que irá guiar e instigar a curiosidade e a autonomia intelectual do aluno (SANTO e PIRES, 2017).

A UEPS proposta pelos autores está sintetizada no quadro 3.

Quadro 3- UEPS proposta pelos autores do trabalho E5

1. Situação inicial	De maneira inicial, os pesquisadores propõem que todas as informações expostas pelos alunos sobre o LED, sendo selecionadas aquelas que possuem informações mais relevantes para a construção de um diagrama hierárquico.
2. Situação problema inicial	1) Nesse momento é proposta uma atividade, em grupo, onde os estudantes devem responder algumas questões diretas ³ propostas pelos pesquisadores. 2) Haverá um momento aberto para que, em um grande grupo, os estudantes discutam as questões. 3) O professor deverá mediar as discussões e analisar as respostas de forma a verificar os conhecimentos prévios dos alunos.
3. Aprofundamento dos conhecimentos	1) A partir do conhecimento prévio dos alunos, o professor irá organizar uma aula sobre transporte eletrônico em materiais condutores isolantes, semicondutores, bem como, junções e dispositivos semicondutores e o LED. 2) Retomada dos conhecimentos prévios sobre transporte eletrônico com definições mais específicas e formais (diferenciação progressiva). 3) Conhecimentos formais são relacionados com os conhecimentos prévios dos alunos (reconciliação integrativa). 4) Professor deverá utilizar o princípio facilitador de organização sequencial (apresentação em multimídia, simulações, apostilas ...) 5) Tarefa extraclasse: Alunos deverão mexer no simulador computacional “Semicondutores” (PHET, 2016) tendo como base um questionário disponibilizado pelos autores.
4. Nova situação problema, em nível mais alto de complexidade:	1) Aula deverá iniciar a partir da atividade extraclasse, onde as questões devem ser debatidas em um grande grupo. 2) Mais um questionário é entregue aos alunos e deve ser respondido primeiramente em classe e posteriormente extraclasse. 3) Na aula de entrega da atividade será aberto um momento para discussão sobre as questões.
5. Avaliação somativa individual	De forma individual, os alunos devem responder questões abertas relacionadas aos assuntos anteriormente trabalhados.
6. Aula final e	1) Neste momento há uma revisão do tópico por duas abordagens. A primeira abordagem é

avaliação da aprendizagem na UEPS em sala de aula	calcada nos aspectos procedimentais do conteúdo destacando dedução de fórmulas, estratégias de compreensão e de resolução de exercícios. A segunda abordagem está na utilização dos dispositivos no cotidiano do aluno. 2) Caso seja necessário, poderá ser realizada uma avaliação oral, ou escrita, para aqueles alunos que não se percebeu evolução no processo de aprendizagem.
7. Avaliação da UEPS	A avaliação deve ser feita pelo professor através de uma análise qualitativa partindo dos resultados obtidos durante a aprendizagem.

Fonte: Autores

A partir do quadro 3 fica perceptível uma diferença entre os trabalhos que compõem essa categoria. Em E5, os autores assumem que os estudantes já devem possuir subsunçores que os possibilitam compreender o funcionamento de materiais semicondutores.

Nesse sentido, conforme Santo e Pires (2017, p.1): “[...] esse produto educacional pode ser aplicado com alunos do 2º ou 3º EM (segundo ou terceiro ano do EM), desde que já tenham conhecimentos básicos em eletricidade como corrente e resistência elétrica, tensão e circuitos [...]”.

Esse aspecto pode vir a dificultar a AS, uma vez que esses estudantes podem não possuir subsunçores relevantes ao tópico que se pretende trabalhar na UEPS. Se fosse o caso, essa constatação somente seria mapeada no segundo passo da UEPS em questão e faria com que a estratégia fosse repensada. A fragilidade apontada poderia ser minimizada, tanto em E5 como em E4, se fossem pensados em OP. Esse pensamento advém do fato de que, por se tratar de propostas didáticas, não há elementos que garantam que os estudantes possuíam conhecimentos prévios relevantes para compreender o tópico abordado na UEPS.

Contudo, destacamos um aspecto positivo em ambas as sequências didáticas: o caráter dialógico. Em E4, em cada aula há uma questão que suscita discussões e, por consequência, carrega uma maior probabilidade de participação dos estudantes. Já em E5, justamente por conta da metodologia adotada (sala de aula invertida) os alunos são instigados a participar, a partir do desenvolvimento de um processo de “pesquisa” para responder às questões propostas nos questionários.

Outro aspecto importante, trazido no trabalho E5 está no fato da UEPS proposta contar com uma atividade de simulação computacional, algo já destacado por Goulart e Leonel (2020), como sendo um aspecto importante na visualização do fenômeno estudado. Da mesma forma, não há menção alguma sobre a inserção de atividades experimentais, sejam elas em laboratórios didáticos ou a partir do desenvolvimento com materiais de baixo custo. Esse fato, também foi verificado durante a revisão de literatura feita com os periódicos. Com relação ao desenvolvimento de atividades experimentais no ensino de FMC, não podemos afirmar nada com relação ao trabalho E4, uma vez que os autores ainda estão em processo de estruturação da sequência didática.

5.2 ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS PARA O ENSINO DE FMC

Os trabalhos que compõem essa categoria (E1, E2, E3 e E11) possuem algumas aproximações no que se refere aos recursos e estratégias didáticas empregadas para o ensino de FMC no EM. Essas similaridades são verificadas com maior afinco entre os trabalhos E1, E2 e E3, uma vez que o único ponto comum que E11 apresenta com os demais é o fato de que todos

eles reúnem atividades voltadas apenas para um dos conteúdos tradicionalmente abordados na FMC.

No trabalho E1 os autores, a partir de um curso desenvolvido com alunos voluntários, se propõem a investigar de que forma a utilização de dois *applets*, sobre radiação térmica e espectro eletromagnético, e a construção de mapas conceituais, no contexto da TAS, podem vir a favorecer a AS desses estudantes sobre o tema de radiação de corpo negro (VITOR e CORRÊA FILHO, 2007).

O planejamento inicial do curso dá-se a partir de três textos que tratam sobre a radiação de corpo negro. Como forma de verificar indícios de AS sobre a Lei de Wien os autores estruturam um exercício de cinco etapas interligadas e, para verificar a compreensão dos cursistas sobre a Lei de quantização de energia proposta por Planck, foi solicitado que eles construíssem mapas conceituais; um após a apresentação dos conceitos sobre as Leis de Wien, de Rayleigh-Jeans e de Planck, e outro após a realização do exercício proposto com os *applets*.

Como forma de verificar indícios de aprendizagem significativa sobre a Lei de Wien os autores estruturam um exercício de cinco etapas interligadas e, para verificar a compreensão dos cursistas sobre a Lei de quantização de energia proposta por Planck foi solicitado que os estudantes construíssem mapas conceituais; um após a apresentação dos conceitos sobre as leis de radiação (Lei de Wien, Lei de Rayleigh-Jeans e Lei de Planck) e outro após a realização do exercício proposto com os *applets*.

É interessante notar que os trabalhos E2 e E3 também apresentam a utilização de simulações computacionais como estratégia de ensino. Essa ferramenta é utilizada em E2 como forma complementar à sequência didática desenvolvida pelos autores para trabalhar com produção de raios-x e radioproteção. A seguir trazemos um fragmento que ilustra a forma na qual esse recurso foi utilizado: “Buscando complementar esta etapa, utilizamos o laboratório de informática para fazer simulações e animações com a luz nos sites RIVED, portal do governo, e no portal utilizado pela própria instituição de ensino” (SOUZA e ARAÚJO, 2009, p.8). Percebe-se nesse fragmento que o simulador computacional foi utilizado com a finalidade de verificar o fenômeno.

Já em E3 os autores organizam uma UEPS para trabalhar com os conceitos de dualidade onda-partícula e da difração de elétrons. Essa sequência de ensino é estruturada de forma que seu cerne seja a utilização das simulações computacionais. A forma com que essa ferramenta será utilizada no decorrer da UEPS é ilustrada a partir do seguinte extrato:

Os simuladores serão explorados por meio de dois roteiros estruturados, um para cada simulador. Os roteiros foram desenvolvidos com o objetivo de orientar os alunos durante a exploração e investigação dos simuladores. As orientações serão dadas com objetivo de otimizar o processo de observação e análise dos fenômenos e não como uma receita a ser seguida. (NEVES, SILVA e CHARRET, p.6, 2017).

Nesse sentido, é interessante notar que a forma de abordagem dessa ferramenta se diferencia do trabalho E2 para E1 e E3, já que, nos dois últimos, o recurso é utilizado de forma mais rica possibilitando que os estudantes possam usufruir da ferramenta com maior propriedade, já que o objetivo traçado não é o de apenas verificar o fenômeno.

Com relação a utilização de mapas conceituais, seja de modo geral ou ainda como forma de verificação de elementos que suscitam indícios de uma AS, percebe-se que os demais trabalhos estabelecem uma dinâmica diferente em seu processo de pesquisa. Em E2 os autores utilizam de questionários para fazer tal verificação e em nenhuma outra atividade é veiculada a

possibilidade da construção de mapas conceituais. Da mesma forma, em E3, os autores analisam os indícios de AS dos estudantes a partir da análise da participação dos mesmos nas discussões e da produção de um texto dissertativo-argumentativo.

Outro aspecto comum entre os trabalhos está no fato de que ambos utilizam de forma recorrente a leitura de textos como forma de iniciar o processo de discussão sobre a temática proposta. Como exemplo, trazemos um fragmento do trabalho E1: “Inicialmente, para o planejamento do curso, três textos sobre radiação de corpo Negro foram estudados (STUDART, 2000), (GUIMARÃES, 1999) e (GÁRCIA, 2002) e os conceitos principais do tema foram condensados num mapa conceitual [...]” (VITOR e CORRÊA FILHO, 2007). Nessa perspectiva é interessante pensar que dentre os vários recursos disponíveis (experimentos, vídeos, filmes, jogos...) os autores optam pela utilização dessa estratégia didática.

Do conjunto de trabalhos que compõem essa categoria, o que mais se diferencia é o trabalho E11, desenvolvido por Machado e Corrêa (2018). Os autores trabalham na perspectiva de minimizar uma das grandes carências para o ensino de FMC: a utilização de atividades experimentais. Para isso, os autores, desenvolvem um experimento de baixo custo, para trabalhar com a temática de radiação de corpo negro com um grupo de estudantes de um projeto de extensão da UFMS.

O desenvolvimento dessa atividade de ensino deu-se a partir de uma sequência didática estruturada com base em três aspectos: “a construção do experimento que simula a escolha dos materiais e, mais à frente, as estratégias pedagógicas para o desenvolvimento da atividade experimental com base na contextualização em um tema astronômico”. (MACHADO e CORRÊA, p.2, 2018).

Com relação as estratégias pedagógicas utilizadas pelos autores destacamos que optaram pela abordagem da experimentação por investigação e descoberta. Nesse sentido, as atividades propostas centraram-se a partir de três etapas: “interação e manipulação do simulador de Corpo Negro de Emissão (CNE); leitura e discussão do texto "Radiação do Corpo Negro"; e experimentação com o simulador de CNE”. (MACHADO e CORRÊA, p.4, 2018).

As etapas descritas pelos autores estão calcadas sob uma ótica que fornece maior liberdade aos estudantes em explorar e manipular o simulador, fazendo com que eles possam refletir sobre o experimento, assim como também tecer hipóteses sobre seu funcionamento e o porquê da ocorrência do fenômeno. Esse tipo de abordagem não é corriqueiramente visto em sala de aula e, da forma como foi posta, reflete à importância desse tipo de abordagem, embora não se possa desconsiderar as outras formas de se trabalhar didaticamente com a experimentação em sala de aula.

Dentro do campo de análise das estratégias didáticas apresentadas nos trabalhos que compõem essa categoria, destacamos que em todos os casos há a existência de resultados positivos e significativos quanto a utilização da TAS como referencial teórico para se ensinar FMC no EM. Além de um relato, de forma geral, quanto ao aumento do aspecto motivacional por parte dos estudantes/cursistas, os autores também conseguiram identificar indícios de AS.

No trabalho E1, por exemplo, os autores destacam esse entendimento dizendo que:

A partir dos resultados de nosso estudo, podemos constatar que é possível aos alunos aprenderem significativamente conceitos de física moderna. Apesar de trabalharmos com o conceito de quantização de energia, um dos primeiros que deram origem a esta área, os resultados obtidos deixam margem para constataremos que outros temas, como

teoria atômica, partículas elementares e novos estados da matéria podem ser aprendidos de maneira significativa (VITOR e CORRÊA FILHO, 2007, p.8).

Já no trabalho E2, além de destacarem a eficiência da sequência didática desenvolvida, os autores entendem que “[...] a metodologia e as estratégias de ensino empregadas nesta pesquisa podem ser utilizadas para abordar outros temas da FMC, possibilitando ainda contemplar abordagens interdisciplinares, pois não obstrui o conteúdo programático da disciplina. (SOUZA e ARAÚJO, p. 9, 2009). Além disso, os autores destacam a importância da utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no ensino de FMC, algo que também é complementado por Neves, Silva e Charret (2017) trabalho E3.

Por fim, os autores do trabalho E11 destacam que:

Em resumo, torna-se possível afirmar que as metas estabelecidas no que se refere à construção de um ambiente favorável ao desenvolvimento da Aprendizagem Significativa, tendo como estratégia uma sequência de ensino investigativo por meio de um tema astronômico e centrada em experimentação, foram alcançadas. Não podemos afirmar em um nível pleno, contudo, em um nível positivo. (MACHADO e CORRÊA, 2018, p.9).

Com isso percebe-se que a TAS apresenta contribuições para o ensino de FMC e que estas começam a ser exploradas por professores e pesquisadores da área. A partir desta análise o próximo tópico é dedicado à apresentação das dificuldades e desafios enfrentados no processo de ensino-aprendizagem de FMC em uma perspectiva da teoria da TAS.

6 DIFICULDADES E DESAFIOS AO SE TRABALHAR COM FMC NO EM

Para darmos início a compreensão acerca das dificuldades e desafios enfrentados por professores de Física para trabalhar com FMC no Ensino Médio, começamos com o estudo desenvolvido por Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009), em que apontam as dificuldades dos professores investigados em introduzir essa temática nesse nível de ensino, a saber: reduzido tempo disponibilizado às aulas de Física; impossibilidade de trazer um formalismo matemático da Física Moderna para o Ensino Médio; deficiência na formação de professores.

Durante o desenvolvimento da revisão da literatura, conseguimos identificar poucos trabalhos que apresentavam alguma dificuldade e/ou desafio relacionado ao ensino de FMC no Ensino Médio. Nesse sentido, a partir da metodologia de AC, conseguimos além das três categorias já definidas *a priori*, estabelecer mais duas categorias que emergiram após os procedimentos adotados durante as etapas da AC.

Na tabela 2, serão apresentadas as categorias finais contendo as principais dificuldades mapeadas durante a etapa de revisão da literatura. Cabe destacar que, além destas categorias encontradas nos trabalhos analisados, Goulart e Leonel (2020), ao fazer a mesma análise nos periódicos, encontraram as categorias: Empenho e Motivação.

Quadro 4-. Categorias finais sobre as dificuldades relacionadas ao ensino de FMC no Ensino Médio

Categorias	Dificuldades em operações matemáticas	Experimentação	Carga horária reduzida da disciplina de Física no Ensino Médio	Deficiência na formação dos professores
Trabalhos integrantes	E1	E11	E2	E2

Fonte: Autores

Conforme pode ser percebido, a categoria “Experimentação” foi definida a *posteriori*.

Dentro da categoria “Dificuldades em operações matemáticas” encontramos apenas um trabalho que menciona essa dificuldade. Em E1, essa limitação foi pontuada diversas vezes pelos autores, sendo retomada durante as considerações finais do trabalho.

Para ilustrar essa dificuldade, trazemos um extrato do trabalho E1:

Verificamos ainda que as dificuldades nas operações matemáticas, apresentadas pelos alunos, não representaram uma barreira considerável para a aprendizagem significativa dos conceitos trabalhados, o que não significa que essas dificuldades não devam ser trabalhadas pelo professor de física em conjunto com outros professores, como os de matemática, por exemplo (VITOR e CORRÊA FILHO, p.8, 2007).

Entretanto, conforme se pode observar, os autores fazem questão de salientar que mesmo que os estudantes apresentem essa lacuna, a compreensão do conceito que envolve o fenômeno não é, e nem pode ser sucumbida por conta desse problema. A matemática traduz o fenômeno a partir de uma linguagem própria e a física fornece a interpretação do mesmo.

A categoria “Experimentação”, encontrada em “E11”, discute a importância do desenvolvimento de atividades experimentais que abordem a temática de FMC no ensino médio. Os autores reconhecem que esse é um dos grandes desafios associados ao ensino, não apenas de FMC, mas de toda a Física. Essa constatação fica clara, a partir do seguinte extrato: “Contudo, um dos desafios no EF, em especial de FMC em nível médio, ainda é a construção de experimentos de custo acessível que possam ser replicados com certa facilidade”. (MACHADO e CORRÊA, p.1, 2018).

Com a categoria “Carga horária reduzida da disciplina de Física no Ensino Médio”, presente em E2, podemos entender que apesar de muitos livros didáticos trazerem tópicos de FMC, devido ao número reduzido de aulas de Física, esse tema acaba ficando de fora ou quando é possível incluí-lo sua abordagem se dá em um momento emocional desfavorável ao aluno, por ocorrer em final de ano, o que torna o material pouco útil para a abordagem necessária desses importantes tópicos. (SOUZA e ARAÚJO, p. 206, 2010).

Por fim, com relação a categoria “Deficiência presente na formação de professores de Física”, é verificado em E2 que esta apresenta forte influência na inserção de tópicos de FMC, em que, muitas vezes, profissionais de outras áreas atuam no EF e, naturalmente, acabam por negligenciar esses conteúdos, tendo em vista que são distantes a esse profissional. Além disso, muitos professores, mesmo habilitados para ensinar Física, não se sentem preparados ou seguros para a inserção desta temática em suas aulas.

Nesse sentido, há de se considerar a necessidade de se desenvolver estratégias que possam vir a contribuir no processo de quebra dessas dificuldades de forma a auxiliar e estimular os

professores de física a trabalhar de forma significativa com esses conteúdos, tendo em vista sua relevância no processo formativo dos estudantes do EM.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise realizada percebe-se que, com relação a categoria ii) Estratégias didáticas para o ensino de FMC- podemos destacar que a mesma apresenta um diferencial em relação a outra categoria. Em ii, verificamos a presença de um trabalho que traz o desenvolvimento de uma atividade experimental sobre radiação de corpo negro. Vale destacar que, tanto nas categorias emergentes do processo de revisão da literatura dos periódicos (GOULART e LEONEL, 2020) quanto na categoria i) Propostas didáticas para o ensino de FMC desse trabalho, não foi possível a verificação de artigos que trouxessem a abordagem de atividades experimentais relacionadas à FMC. Mesmo considerando importante a existência desse trabalho na categoria ii, chamamos a atenção para a carência relacionada a abordagem desse tipo de estratégia didática relacionada a temática de FMC no EM. Esse fato, segundo Claro (2017) também é verificado dentro dos próprios livros didáticos fornecidos pelo Ministério da Educação, o que pode vir a auxiliar na compreensão dessa negligência.

A categoria i é composta por propostas didáticas. Com relação aos trabalhos que integram essa categoria damos destaque àquele que versa sobre a UEPS desenvolvida pelos autores para trabalhar com materiais semicondutores (E5). Embora conte com alguns elementos interessantes, como o fato de ser desenvolvida a partir de um viés dialógico, entendemos que a UEPS poderia contar com maior diversidade de estratégias didáticas. Além disso, chamamos a atenção para o fato de, mesmo com a utilização do mesmo referencial teórico (TAS), ambas as propostas optam por não apresentar um organizador prévio, algo que ao nosso ver, poderia representar uma fragilidade nas propostas didáticas desenvolvidas.

Com relação às dificuldades e desafios evidenciados a partir da revisão de literatura realizada, destacamos que a compreensão das mesmas é crucial para que se possam propor alternativas que venham a auxiliar esses professores no processo de desenvolvimento dessa temática em sala de aula. Conforme apresentado, ainda é verificada a concepção de que para a compreensão dos fenômenos observados dentro da Mecânica Quântica se dá apenas a partir do domínio da linguagem matemática. Esse entendimento, é compreendido a partir do modelo de ensino adotado durante o processo de formação desses professores, em que, na maioria das vezes, há uma ênfase demasiada em equações e não no fenômeno físico propriamente dito.

Outro aspecto apresentado está relacionado ao empenho e motivação dos estudantes em trabalhar com esses conteúdos em sala de aula. Nesse sentido, é importante destacar que esse é um elemento fundamental para o processo de aprendizagem, conforme o referencial teórico utilizado (TAS). No entanto, verifica-se a partir dessa categoria que há estratégias que podem ser utilizadas como forma de despertar esses elementos nos estudantes. Uma delas é a abordagem de conteúdos que estejam mais próximos aos estudantes, ou seja, que possuam significado aos mesmos. Dentro dessa mesma perspectiva, outra alternativa que poderia corroborar com essa perspectiva é apresentada na categoria experimentação. Vários autores concordam que a utilização desse tipo de estratégia didática pode ser um elemento que carrega um cunho motivacional. No entanto, a utilização da experimentação apenas como forma de motivar os estudantes, acaba tornando esse tipo de atividade limitada e até dispensável.

Entendemos que a experimentação possui um papel importante na construção do conhecimento e na compreensão dos fenômenos físicos e, quando utilizada de forma que instigue o estudante a pensar sobre o mesmo, pode contribuir significativamente em sua aprendizagem.

Por fim, destacamos as duas últimas categorias, no tocante às dificuldades e desafios verificados. Entendemos que ambas se encontram engessadas a partir de uma sistemática pré-estabelecida e que necessita ser repensada. Nossos cursos de formação inicial de professores, principalmente da área de ciências exatas, ainda apresentam diversas lacunas. Muitos desses cursos possuem bacharéis que irão atuar como formadores destes professores, além de possuírem uma grade curricular estruturada a partir de uma aprendizagem puramente mecânica (GOULART, GUIDOTTI, SPOHR (2018)). Somado a isso, temos políticas públicas que desprestigiam os cursos de licenciatura, o que acaba por afastar quem queira seguir a carreira docente. Nesse sentido, há um problema de ordem estrutural e que afeta, de forma nociva, o sistema de ensino brasileiro. Há de se considerar ainda que a disciplina de Física da educação básica, apresenta um conteúdo programático que precisa ser repensado. O que se percebe é uma ênfase exagerada em conteúdo da chamada Física Clássica que, muitas vezes, são distantes da realidade dos estudantes. Além disso, o professor, na maioria das vezes, é condicionado a vencer conteúdos, ou seja, cumprir uma ementa pré-estabelecida, o que, na maioria das vezes, o impossibilita de desenvolver conteúdos que julga serem mais relevantes e/ou significativos.

Contudo, mesmo frente a essas adversidades, algumas estratégias podem ser pensadas a fim de auxiliar no processo de aprendizagem significativa, como por exemplo, o desenvolvimento de UEPS que venham a integrar tópicos de Física Moderna e Física Clássica.

REFERÊNCIAS

ALVETTI, M. A. S. **Ensino de física moderna e contemporânea e a revista ciência hoje.**

Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Programa de Pós- Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 1999.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** Lisboa: Edições 70, 1977.

BUSATO, C. Z.; SILVA, J. C. R.; JUNIOR, N. P.; PÉREZ, C. A. S. O ensino de física moderna e contemporânea na educação básica: Conteúdos trabalhados pelos docentes. **Revista CIATEC**, v.10, n1, p.104-115, 2018.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações.** 10 ed. São Paulo, 2011.

CLARO, L. C. **As atividades experimentais de Física na escola de ensino integral: Uma análise crítica.** Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Metodista de Piracicaba, São Paulo, 2017.

COSTA, B. C. *et al.* **Física Moderna no Ensino Médio: As principais dificuldades segundo alunos e professores.** In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Foz do Iguaçu, Paraná, 2011.

Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Águas de Lindoia: Hotel Majestic, 2010. Disponível em <http://www.sbfisica.org.br/~epef/xii/>

GOULART, G. S.; GUIDOTTI, C. S.; SPOHR, C. B. A produção do Conhecimento a respeito da formação inicial de professores: desafios e expectativas. **Revista Thema**, v.15, n.2, p.683-703, 2018.

GOULART, G. S.; LEONEL, A. A. Revisão da literatura sobre o ensino de física moderna e contemporânea no ensino médio: Potencialidades a partir da aprendizagem significativa. **Revista Dynamis**, v. 26, n.1, p.192-215, 2020.

LACERDA, A. L. de et al. A importância dos eventos científicos na formação acadêmica: estudantes de biblioteconomia. **Revista ACB**, v. 13, n. 1, p. 130-144, mar. 2008.

LEONEL, A. A. **Nanociência e Nanotecnologia: Uma Proposta de Ilha Interdisciplinar de Racionalidade para o Ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado. PPGECT – UFSC, Florianópolis, SC, 2010.

MACHADO, D. I.; NARDI, R. **Avaliação do Ensino da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio**. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru, São Paulo, 2003.

MACHADO, T. L. D.; CORRÊA H. P. S. **Ensino investigativo sobre Radiação de Corpo Negro**. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Campos do Jordão, São Paulo, 2018.

MARTINS, R. L. C.; LINHARES, M. P. **Modelos mentais de alunos do PROEJA sobre fenômenos clássicos e modernos e a dualidade da luz**. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Águas de Lindoia, São Paulo, 2010.

MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas–Ueps. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 1, n. 2, p. 43–63, 2011.

MONTEIRO, M. A.; NARDI, R.; BASTOS FILHO, J. B. A sistemática incompreensão da teoria quântica e as dificuldades dos professores na introdução da física moderna e contemporânea no ensino médio. **Ciência & Educação**. v. 15, n.3, p. 557-580, 2009

NARDI, R. Memórias do Ensino de Ciências no Brasil: a constituição da área segundo pesquisadores brasileiros, origens e avanços da pós-graduação*. **RevUI**, v.2, n.2, 13-46, 2014.

NARDI, R. Memórias da educação em ciência no Brasil: a pesquisa em ensino de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**, 10, 1, p. 63-101, 2005.

NEVES, J. A.; SILVA, L.; CHARRET, I. C. **Dualidade partícula-onda e difração de elétrons: Uma possibilidade para a inserção de conceitos de Física Moderna e Contemporânea no segundo ano do Ensino Médio**. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Carlos, São Paulo, 2017.

OSTERMANN, F.; FERREIRA, L. M.; CAVALCANTI, C. J. H. Tópicos de física contemporânea no ensino médio: Um texto para professores sobre supercondutividade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.20, n.3, p. 270-288, 1998.

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.

PASSOS, P. C. S. J.; CAREGNATO, S. E. Análise dos sistemas de busca de revistas científicas eletrônicas. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v.16, n.2, p. 293-305, 2018.

PEREIRA, A. P., OSTERMANN, F. Sobre o ensino de física moderna e contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.14, n.3, p.393-420., 2009.

SANTO, S. C. E.; PIRES, M. O. C. **Proposta de uma UEPS para o ensino de semicondutores e funcionamento do LED**. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Carlos, São Paulo, 2017.

SILVA, J. R. N.; ARENGHI, L. E. B., LINO, A. Porque inserir física moderna e contemporânea no ensino médio? Uma revisão das justificativas dos trabalhos acadêmicos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência & Tecnologia**, v.6, n.1, p.69-83, 2013.

Simpósio Nacional de Ensino de Física. Manaus: UFM, 2011. Disponível em <http://www.sbfisica.org.br/~snef/xix/>

SOUZA, A. J., ARAÚJO, M. S. T. **Elaboração de um pôster como material didático para abordar conceitos de produção de raios-x e radioproteção em aulas de Física**. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, Espírito Santo, 2009.

SOUZA, R. S., VALLE, J. L. M. **Uma proposta de sequência didática para o ensino de Física Nuclear no Ensino Médio**. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Carlos, São Paulo, 2017.

TERRAZZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º Grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.9, n.3, p.209-214, 1992.

VITOR, A. D. M., CORRÊA FILHO, J. **Para o ensino de radiação de corpo negro no nível médio**. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luis, Maranhão, 2007.