

**Formação de professores de Física e a Física moderna e contemporânea: o caso da rede pública de Sobral**

**Physical teacher training and modern and contemporary Physics: the case of the Sobral public network**

**Formación de profesores de Física y Física moderna y contemporánea: el caso de la red pública de Sobral**

Recebido: 19/05/2020 | Revisado: 22/05/2020 | Aceito: 27/05/2020 | Publicado: 08/06/2020

**Jonas Guimarães Paulo Neto**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4589-5413>

Instituto Federal do Ceará – Campus Sobral, Brasil

E-mail: [jonasgui1@hotmail.com](mailto:jonasgui1@hotmail.com)

**Nórlia Nabuco Parente**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0910-8918>

Instituto Federal do Ceará – Campus Sobral, Brasil

E-mail: [norliapibid@gmail.com](mailto:norliapibid@gmail.com)

**Diego Ximenes Macedo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9927-5546>

Instituto Federal do Ceará – Campus Crateús, Brasil

E-mail: [diego.macedo@ifce.edu.br](mailto:diego.macedo@ifce.edu.br)

**Resumo**

Considerando as crescentes discussões acerca da inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) na Educação Básica e as pesquisas que tratam da formação dos professores de Física nesses conteúdos, foi desenvolvida uma pesquisa qualitativa e quantitativa, utilizando um questionário semiestruturado como instrumento de coleta de dados, com todos os professores de Física em todas as escolas públicas de Ensino Médio (EM) da cidade de Sobral – CE, que se formaram após o ano de 2002, totalizando 15 docentes em 13 escolas, objetivando-se discutir e analisar os aspectos relacionados ao ensino desses temas durante a graduação dos docentes, bem como suas implicações no EM. Foi observado que: as dificuldades que tiveram no estudo desses assuntos durante a graduação estão

relacionadas à Matemática; o instrumento avaliativo mais recorrente foram as provas; e que o aspecto matemático da FMC foi o mais trabalhado pelos professores formadores, preterindo as vertentes conceitual, histórico e experimental desses assuntos, por exemplo. Sobre o ensino, percebeu-se que o tempo de aula que os professores dispõem no EM e o currículo são os principais obstáculos enfrentados pelos docentes.

**Palavras-chave:** Física moderna e contemporânea; Ensino Médio; Sobral; Tempo e currículo; Ensino.

### **Abstract**

Considering the growing discussions about the insertion of topics of Modern and Contemporary Physics (MCP) in Basic Education and the research that deals with the formation of Physics teachers in these contents, a qualitative and quantitative research was developed, using a semi-structured questionnaire as a collection instrument of data, with all physics teachers in all public high schools (HS) in the city of Sobral - CE, who graduated after the year 2002, totaling 15 teachers in 13 schools, aiming to discuss and analyze the aspects related to the teaching of these themes during the graduation of teachers, as well as their implications for HS. It was observed that: the difficulties they had in the study of these subjects during graduation are related to Mathematics; the most recurrent assessment tool was evidence; and that the mathematical aspect of MCP was the one most worked on by the teacher teachers, neglecting the conceptual, historical and experimental aspects of these subjects, for example. Regarding teaching, it was noticed that the class time that teachers have in the HS and the curriculum are the main obstacles faced by teacher.

**Keywords:** Modern and contemporary physics; High School; Sobral; Time and curriculum; Teaching.

### **Resumen**

Considerando las crecientes discusiones sobre la inserción de temas de Física Moderna y Contemporánea (FMC) en Educación Básica y la investigación que trata sobre la formación de maestros de Física en estos contenidos, se desarrolló una investigación cualitativa y cuantitativa, utilizando un cuestionario semiestructurado como instrumento de recolección de datos, con todos los maestros de física en todas las escuelas secundarias públicas (ES) en la ciudad de Sobral - CE, que se graduaron después del año 2002, con un total de 15 maestros en 13 escuelas, con el objetivo de discutir y analizar el aspectos relacionados con la enseñanza de estos temas durante la graduación de los docentes, así como sus implicaciones para la ES. Se

observó que: las dificultades que tuvieron en el estudio de estas materias durante la graduación están relacionadas con las matemáticas; la herramienta de evaluación más recurrente fue la evidencia; y que el aspecto matemático de FMC fue el más trabajado por los maestros docentes, descuidando los aspectos conceptuales, históricos y experimentales de estas materias, por ejemplo. Con respecto a la enseñanza, se observó que el tiempo de clase que los maestros tienen en la ES y el plan de estudios son los principales obstáculos que enfrentan los maestros.

**Palabras clave:** Física moderna y contemporánea; Escuela Secundaria; Sobral; Tiempo y currículum; Enseñanza.

## 1. Introdução

Tradicionalmente, a Física é dividida em três grandes partes de acordo com a sua evolução histórica. A primeira delas é a Física Clássica (FC), que compreende as teorias clássicas da Mecânica, Termodinâmica e do Eletromagnetismo. Em seguida, vem a Física Moderna (FM), que por sua vez originou-se das tentativas de explicar as assimetrias detectadas, no final do século XIX, entre as teorias clássicas da Mecânica e do Eletromagnetismo e entre este último e os resultados experimentais da Termodinâmica. Por fim, vivenciamos a construção da chamada Física Contemporânea (FCO), que se desenvolve a partir dos fundamentos da FM e inclui, em seu campo de estudo, a investigação e a discussão de assuntos como nanotecnologia, computadores quânticos, bóson de Higgs, ondas gravitacionais, dentre outros. A FCO não possui um marco teórico formalizado como a FM. Atualmente, consideramos que a FCO se iniciou na década de 40 do século passado, assim, as próximas gerações também vivenciarão a FCO. Portanto, é uma “parte” da Física que é marcada pelo tempo em que a sociedade vive contínua (Paulo Neto, Oliveira, & Siqueira, 2019).

As pesquisas acerca da formação inicial de professores de Física quanto aos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) são recentes e têm crescido cada vez mais com as discussões acerca da necessidade de ensinar esses temas na Educação Básica, mais especificamente, no Ensino Médio (EM).

As disciplinas que tratam da FMC costumam ser ensinadas no fim dos cursos de formação de professores e geralmente são uma ou duas disciplinas, sendo que os temas mais abordados são Relatividade Especial e Introdução à Teoria Quântica. O ensino desses

conteúdos é conhecido por ser pautado numa matemática mais avançada e exigir um maior nível de abstração. Entretanto, assim como outros assuntos em Física, possuem vários aspectos que podem e devem ser abordados na graduação, como o conceitual, histórico e experimental. A ausência dessas abordagens na formação de professores tende a gerar incapacidade desses em abordar tais tópicos no EM, ou mesmo não visualizarem o ensino desses temas por esses vieses, pois embora abordem o aspecto matemático, têm dificuldades em adequar a esse nível, além da abstração inerente à FMC (Monteiro, Nardi, & Bastos Filho, 2009, 2012).

As discussões relativas à inserção de FMC no EM tiveram início com as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) em 2002 quando os documentos oficiais questionam sobre a necessidade de introduzir FM no EM, defendendo que alguns aspectos dessa área são indispensáveis para permitir que os jovens adquiram uma compreensão mais abrangente sobre como a matéria se constitui, de modo que tenham contato com diferentes e novos materiais, cristais líquidos e *lasers* presentes nos utensílios tecnológicos, ou com o desenvolvimento da eletrônica, dos circuitos integrados e dos microprocessadores (Brasil, 2002). Monteiro, Nardi & Bastos Filho (2012) ressaltam que “as recomendações dos pesquisadores e dos documentos oficiais para que a FMC seja introduzida na educação básica não assegura que a mencionada Física esteja sendo contemplada nos planos de ensino e trabalhada em sala de aula pelos professores” (p. 3), pois não são obrigatórios, e sim recomendados.

A educação mostra-se como um processo verticalizado no sentido de que para que ocorra mudanças na base da pirâmide (educação infantil), é necessário que se inicie com ações dentro das universidades na formação de professores, para que então as transformações ocorram em cadeia e se possa ter resultados significativos e duradouros. Para que haja mudanças quanto aos conteúdos de Física no EM, maior inserção de FMC frente à extensa programação da FC, é necessário que primeiro formemos professores capacitados a executar essa tarefa. Dessa forma, de nada adianta ser estabelecido que devem ser ensinados nesse nível se os agentes executores não foram/são preparados para tal ação.

Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2012) acrescentam ainda que para que haja introdução de FMC na Educação Básica, o ensino desses temas na formação de professores não pode se resumir apenas a aprendizagem dos conteúdos, principalmente, quando sua abordagem tende aos fundamentos da razão técnica. Portanto, é preciso que sejam desenvolvidas metodologias de ensino, bem como também sugestões e orientações didáticas, tencionando a construção de autonomia para os futuros professores ensinarem FMC, considerando, essencialmente, as

necessidades emergentes deste contexto. Ostermann e Moreira (2001) corroboram questionando: “como queremos atualizar o currículo de Física das escolas de Nível Médio se não viabilizamos a atualização da própria formação inicial do professor?” (p. 146). Complementam ainda que “é fundamental preparar adequadamente os futuros professores para essa complexa tarefa de inovação curricular se o objetivo é implementá-la nas escolas” (Ostermann & Moreira, 2001, p. 146).

Oliveira, Vianna & Gerbassi (2007) acrescentam que,

Não basta introduzir novos assuntos que proporcionem análise e estudos de problemas mais atuais se não houver uma preparação adequada dos alunos das licenciaturas para esta mudança e se o profissional em exercício não tiver a oportunidade de se atualizar. Os professores precisam ser os atores principais no processo de mudança curricular, pois serão eles que as implementarão na sua prática pedagógica (Oliveira, Vianna, & Gerbassi, 2007, p. 448).

Além de uma boa formação inicial em FMC, é necessário que haja discussões ainda na graduação de como os professores podem inserir esses assuntos no EM. Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009) constataram que os autores que defendem a introdução da FMC na Educação Básica não têm sido ouvidos pelos professores formadores nas universidades, pois essa problemática ainda não é tratada nas aulas dos futuros professores de Física, contrariando a tendência mundial para que a FMC esteja presente nos currículos da Educação Básica.

Tendo em vista os aspectos mencionados, o objetivo do presente artigo é discutir e analisar os aspectos relacionados ao ensino desses temas durante a graduação dos docentes, bem como suas implicações no EM.

Além disso, é preciso que seja estudado e debatido com os professores durante sua formação sobre como podem realizar a Transposição Didática, termo introduzido por Michel Verret em 1975 e teorizado posteriormente por Yves Chevallard em 1982 no livro *La Transposition Didatique*. Segundo Siqueira e Pietrocola (2006),

a Transposição Didática analisa as transformações ocorridas no saber desde a sua origem, denominado Saber Sábio até às salas de aula, quando o conteúdo chega aos alunos pelo professor, chamado de Saber Ensinado. Mostrando que o processo de transposição do saber não é uma mera simplificação. Nesse processo, são previstas características relevantes e regras que o saber deverá apresentar para se tornar um saber que chegue aos livros e depois à sala de aula (Siqueira & Pietrocola, 2006, p. 1).

Nesse interim, surgem questionamentos sobre como se deu a formação inicial quanto à FMC dos professores de Física das escolas públicas, qual enfoque teve, quais conteúdos

foram abordados, como foram avaliadas quais dificuldades tiveram, qual a importância desses temas para a formação dos professores e dos alunos do EM e sua influência no interesse dos estudantes, bem como se houve discussões acerca de como fazer a transposição para o EM.

## **2. Metodologia**

A pesquisa trata de um estudo de caso com abordagens quantitativa e qualitativa, pois ao passo que se buscou: percentuais para as questões propostas e foi feita uma análise qualitativa dos resultados buscando trabalhos que tratassem da formação inicial de professores quanto aos temas de FMC. Para Fonseca (2002), “a utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente” (p. 20). Uma das possibilidades em relação a essas pesquisas é o estudo de caso no qual se busca entender um fenômeno de forma aprofundada como consideram Pereira et al. (2018) e, concordamos com este enfoque.

Segundo Yin (1983), o estudo de caso contribui significativamente para a compreensão que temos dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos. Nesta pesquisa, o estudo de caso decorre de acordo com uma perspectiva interpretativa, a qual procura compreender como é o mundo do ponto de vista dos participantes (Fonseca, 2002), que são os professores, acerca de sua formação inicial quanto aos conteúdos de FMC e sua implicação no EM. Considerando o contexto no qual a pesquisa se insere, Carvalho & Rodrigues (2015, p. 9416) afirmam que o “estudo de caso como recurso metodológico pode ser uma ferramenta importante na formação de professores por superar as macroformações que não valorizam a experiência do professor, suas iniciativas e capacidade criativa”.

O trabalho é centrado na problemática da formação inicial (graduação) em FMC dos professores de Física das escolas públicas na cidade de Sobral. Foi feita uma pesquisa para saber quantas escolas públicas há na cidade e após isso o investigador se apresentou nas instituições para esclarecer sua pesquisa ao representante da escola, diretor e/ou coordenador, e ao professor da mencionada componente curricular. Após aceita a realização, ambos assinaram termos de autorização da pesquisa, modelo elaborado pelos próprios autores, naquele estabelecimento escolar e que estavam cientes do caráter da pesquisa, bem como suas implicações.

Foi feito previamente uma pesquisa bibliográfica acerca da data que os conteúdos de FMC passaram a fazer parte da matriz curricular do EM, observando-se que tal implementação ocorreu conforme as Orientações Educacionais Complementares aos

Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) em 2002. Dessa forma, a pesquisa centrou-se nos professores que concluíram sua graduação após esse ano, visando analisar as possíveis mudanças quanto ao objeto de pesquisa. Ao todo, são 16 professores de Física nas 13 escolas da cidade de Sobral. No entanto, um professor concluiu sua graduação antes de 2002. Dessa forma, participaram da pesquisa 15 professores. Outro ponto importante é que há duas escolas em que apenas um docente leciona a disciplina de Física, portanto, ele responderá apenas por uma instituição, sendo colhidos os termos de consentimento de 12 escolas do EM.

Visando uniformidade nas respostas, os dados foram coletados através da aplicação de um questionário semiestruturado aos professores participantes da pesquisa. Foi escolhido esse método considerando também o que Gil (2008) afirma acerca das vantagens quando se compara o questionário com a entrevista, pois ele “não expõe os pesquisados à influência das opiniões e do aspecto pessoal do entrevistado” (Gil, 2008, p. 122). Define-se semiestruturado devido possuir questões abertas e os professores poderem justificar suas respostas, não ficando completamente fechado. Sobre isso, Bogdan & Biken (1994 p. 89) afirmam que “num estudo qualitativo, o tipo adequado de perguntas nunca é muito específico”.

Para manter o anonimato dos sujeitos participantes, utilizou-se letras de A à O para citar os professores durante a análise de suas respostas. É importante ressaltar também que alguns professores optaram por não responder algumas perguntas. Dessa forma, os percentuais que aparecem ao longo dos resultados são com base no total de professores respondentes para cada questão. O Quadro 1 contém quais professores não responderam as respectivas questões.

**Quadro 1:** Professores não respondentes para cada questão do questionário.

Questão	Professor(es)
1	-
2	-
3	-
4	H
5	G
6	G
7	-
8	C, G, J
9	C, G
10	G
11	G
12	C, G

Fonte: Ebalorado pelos autores.

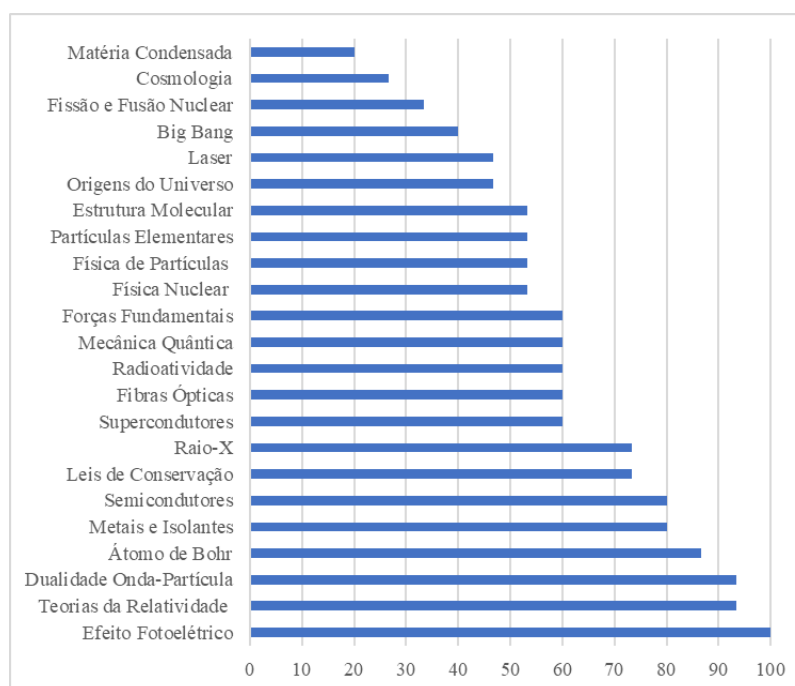
Para a análise dos questionários, buscou-se na internet os principais trabalhos que tratam da formação inicial de professores com respeito a abordagem de FMC e foram feitas comparações, sempre que possível, com os resultados alcançados pelos autores em suas pesquisas, buscando verificar certa convergência ou divergência dos dados. Algumas das principais pesquisas foram: Machado & Nardi (2003); Miltão & Alves (2009); Monteiro & Nardi (2009); Monteiro, Nardi & Bastos Filho (2009); Monteiro, Nardi & Bastos Filho (2012); e Oliveira, Vianna & Gerbassi (2007).

### 3. Resultados e Discussão

Apresenta-se a seguir as questões que constituíram o questionário semiestruturado que foi aplicado aos 15 professores de Física das escolas públicas de Sobral participantes desta pesquisa, bem como é feita uma análise quantitativa e qualitativa dos dados baseando-se nas pesquisas com enfoque na formação de professores em FMC.

A primeira pergunta tinha como objetivo saber quais tópicos de FMC foram abordados efetivamente dentro de alguma disciplina ou constituíram uma disciplina específica. Havia várias opções com os tópicos para os professores marcarem, além das opções “nenhum dos tópicos acima foram abordados” e “outros”. Caso marcassem nesse último, poderiam especificar. O Gráfico 1 mostra os resultados, em porcentagem.

**Gráfico 1:** Porcentagem dos tópicos estudados pelos professores.



Fonte: Elaborado pelos autores.



Como se pode perceber no gráfico acima, nenhum dos tópicos foi posto como não estudado pelos sujeitos, mostrando que a FMC está dentro dos cursos de Física. É importante ressaltar ainda os percentuais do tema “Efeito Fotoelétrico”, com 100%, dos temas “Teorias da Relatividade” e “Dualidade Onda-Partícula”, com mais 90%, e “Átomo de Bohr”, com mais de 80% de professores que afirmaram terem estudado esses conteúdos. Busatto, Silva, Pansera Jr & Pérez (2018) em uma pesquisa com 50 professores constataram que 90% afirmam terem estudados tópicos de FMC durante sua formação.

Em seguida, foi perguntado aos professores se eles tiveram dificuldades quanto aos conteúdos de FMC durante a graduação. 53% afirmaram que não e 47% afirmaram que sim, esses últimos podendo justificar. As dificuldades relatadas foram: “Os operadores matemáticos são complexos” (professor A), “Teorias da relatividade e Mecânica Quântica” (professor B), “Matemática do assunto” (professor C), “Física de partículas e Átomo de Bohr” (professor D), “Na matemática” (professor E), “A Física Moderna é controversa à Física Clássica estudada na graduação” (professor F) e “Mecânica Quântica” (professor G). Observa-se que suas dificuldades estão relacionadas aos conteúdos em si e à matemática que é exigida no trato desses temas.

É interessante ressaltar a Mecânica Quântica, a qual é uma parte da FMC que requer do professor uma dedicação maior para aprender e ensinar devido seu caráter, muitas vezes, abstrato. Os professores questionados por Monteiro & Nardi (2009) relatam que as abordagens da Mecânica Quântica não contemplavam suas expectativas cognitivas. Os autores perceberam que a postura do docente frente a ausência de entendimento conceitual da Mecânica Quântica desses professores resumia-se meramente na repetição ou reforço dos procedimentos já adotados, não buscando outras abordagens. Tal fato, quando estendido a outros ramos da Física, pode gerar imensas lacunas na formação dos professores de Física, principalmente quando se trata de temas de FMC, que necessitam de um esforço cognitivo maior.

Na terceira questão foi perguntado como o professor da(s) disciplina(s) que são caracterizadas como de FMC avaliou os alunos durante a graduação. Verificou-se que quase todos os sujeitos foram avaliados por meio de provas (testes). Outros instrumentos bem recorrentes também nas falas dos sujeitos foram trabalhos e seminários. Apenas um professor diz ter sido avaliado através de listas de exercícios e, surpreendentemente, o professor H relata não saber como foi avaliado: “só recebemos as notas”.

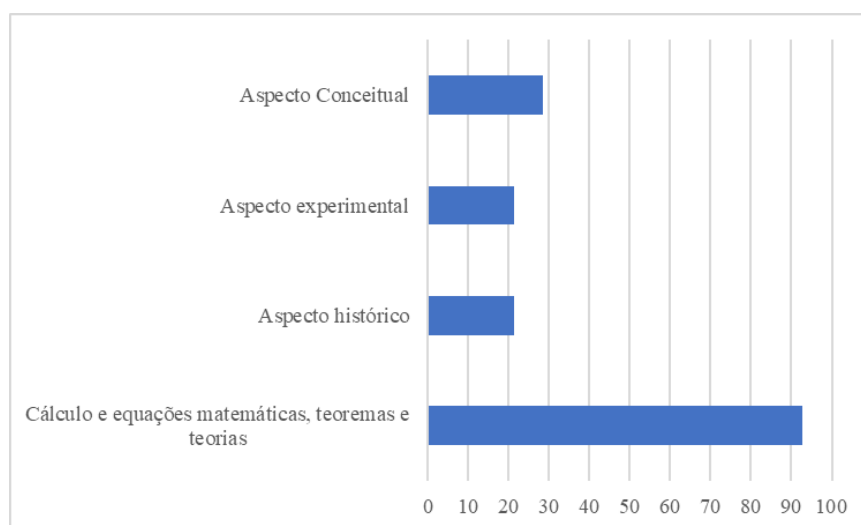
Esses dados parecem mostrar que a prática avaliativa dos professores formadores não tem estado em consonância com as pesquisas que abordam Avaliação Educacional, em seus

diversos níveis. Esse fato pode ser um dos principais motivos para que os testes também sejam o instrumento avaliativo mais utilizado no EM, dado que os docentes trazem essas vivências da graduação. Em seus resultados, Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009) também constataram que as provas foram o método avaliativo mais recorrente, seguido das listas de exercícios. Os autores ainda relatam que essas avaliações exigiam apenas que o estudante reproduzisse os conteúdos transmitidos pelo professor, embora não entendesse. Questionam ainda de onde vem essa voz sem nome que estabelece que a estrutura das aulas de FMC – repetição dos conteúdos pelo docente, seguindo a mesma sequência dos livros didáticos, exercícios de fixação e repetição destes pelos licenciandos nas avaliações – se mantenham conduzindo a prática de gerações em todos os níveis de ensino.

Os dados são corroborados por Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2012), que constataram que as avaliações eram sempre provas técnicas aplicadas ao fim de cada unidade e que se assemelhavam muito as questões do livro ou as listas de exercícios, chegando a ser iguais em alguns casos. Os autores ainda concluem que esse processo se mostra muito enraizado na formação de professores devido os professores entrevistados encararem como procedimento normal para os processos avaliativos. O sistema em que o aluno resolve listas de exercícios e depois provas semelhantes é chamado de educação bancária, na concepção de Freire (1983), no qual o professor apresenta os conteúdos, o aluno memoriza e posteriormente devolve ao professor por meio das “avaliações de aprendizagem”.

Na quarta questão perguntou-se qual enfoque teve o ensino de FMC durante a graduação dos professores. O Gráfico 2 mostra suas respostas, em porcentagem.

**Gráfico 2:** Enfoque do ensino de FMC durante a graduação dos professores.



Fonte: Elaborado pelos autores.

No Gráfico 2 é oportuno atentar-se para as diferenças percentuais entre o enfoque matemático e os enfoques conceitual, experimental e histórico que teve os temas de FMC na formação inicial dos professores questionados.

Observa-se que o aspecto matemático foi o que teve maior enfoque no ensino de FMC, reafirmando a tradição didática do ensino de Física. Os aspectos conceitual, histórico e experimental são muito importantes para o ensino de Física, principalmente quando se trata de temas de FMC, pois são conhecidos pelo seu caráter abstrato e por exigir uma matemática mais avançada que outros assuntos de Física. No entanto, tais aspectos foram pouco explorados, segundo os professores. Esse resultado parece estar de acordo com o anterior, sobre a avaliação discente, pois, do ponto de vista prático, é mais “fácil” o professor elaborar uma prova (teste objetivo com cálculos matemáticos) do que uma avaliação que englobe outros aspectos desses assuntos, que requer o uso de outras habilidades dos estudantes em formação e mais tempo (trabalho) do docente formador.

Quando os professores são apresentados os vários enfoques durante sua formação, torna-se mais fácil abordarem esses conteúdos para seus estudantes nas várias perspectivas possíveis. Sobre o enfoque histórico, é importante que os alunos do EM entendam a Ciência como uma construção humana que está em constante atualização. Oliveira, Vianna e Gerbassi (2007) constataram em sua pesquisa que os professores consideram a parte histórica muito importante, sendo que dois professores, por exemplo, “acreditam que o estudo da evolução da teoria desde a descoberta até os dias atuais seja um fator primordial para que os alunos possam compreender a contextualização histórica dos fatos” (Oliveira, Vianna, & Gerbassi, 2007, p. 452), bem como outro relata que o histórico das descobertas possibilita apresentar aos estudantes que todos estão apto a descobrir algo se estiverem envolvido com novas coisas. Dessa forma, as mudanças na formação de professores culminam em uma melhor educação para os alunos da Educação Básica.

Essa ênfase no cálculo e nas equações matemáticas pode se tornar uma das principais dificuldades para que o professor possa realizar a transposição didática, sendo capaz de inserir a FMC em suas aulas de forma significativa. Contrariamente a isso, Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2012) defendem que é fundamental que os professores de Física tenham durante sua formação a oportunidade de conhecer tanto os aspectos epistemológicos e ontológicos da FMC como os vários outros que têm definido a sua construção, bem como as implicações desses temas em várias outras áreas. Dessa forma, torna-se possível que o professor atue na Educação Básica em harmonia com as perspectivas da ação comunicativa e da ação dialógica, tendo em vista que demandam que a realidade concreta dos participantes seja considerada nos

processos educativos.

Considerando as dificuldades relatadas pelos professores, o principal método avaliativo utilizado ter sido provas e o enfoque central nos aspectos matemáticos desses temas durante as disciplinas de FMC na graduação, o questionamento de Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009) faz-se aqui muito pertinente:

Como um professor de Física que foi submetido ao padrão de formação acima poderá desenvolver estratégias no intuito de que, por meio da introdução da FMC no Ensino Médio, possa desencadear situações que visam contribuir para uma educação científica crítica e emancipatória, tendo em vista que tal perspectiva foi suplantada da formação desse professor? (Monteiro, Nardi, & Bastos Filho, 2009, p. 156).

A partir desses resultados e das contribuições desses autores, mostra-se importante que as pesquisas que tratam da formação de professores sejam ouvidas pelos professores universitários, promovendo mudanças na formação de seus alunos que irão, em um futuro breve, ter resultados significativos na Educação Básica. Ao que parece, as pesquisas e o ensino têm tomado caminhos distintos e as consequências, dadas em cadeia, já vêm sendo observadas e comprovadas, sobressaindo-se o pouco estímulo dos estudantes do EM por Física, pois veem conteúdos, muitas vezes, desconexos com seu cotidiano, confundem a Física com Matemática devido o excesso de cálculos e decoram fórmulas para reproduzir nas provas.

Na quinta questão foi perguntado aos professores se eles consideram que os temas de FMC são mais difíceis de serem compreendidos do que os temas de FC. Oito docentes afirmaram que sim. Suas justificativas foram transcritas no Quadro 2.

**Quadro 2:** Justificativas para os temas de FMC serem mais difíceis que os de FC.

<b>Professor</b>	<b>Justificativa</b>
L	A base matemática precisa ser mais ampla
H	Precisa de um conhecimento mais avançado de cálculo e teórico
F	São contra intuitivas as ideias da Física Moderna
E	Matemática mais complexa
D	Muito abstrato
C	Usa uma matemática mais avançada, e portanto, mais abstrata
B	Devido ao maior nível de abstração
A	Por causa da falta de material didático e experimentos

Fonte: Ebalorado pelos autores.

No quadro acima é importante ter atenção para as justificativas docentes acerca da maior dificuldade que encontram nos conteúdos de FMC quando comparados com os de FC.

Percebe-se que a matemática é o principal motivo de os temas de FMC serem mais difíceis de serem compreendidos que os de FC, justificando o fato de o aspecto matemático ter sido o principal enfoque durante a formação dos professores em FMC, e que abstração também interfere significativamente nesse processo. Um professor entrevistado por Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009) afirma que quando não se possui um conhecimento satisfatório sobre FC, pode-se fazer um resumo dos livros didáticos utilizados. No entanto, essa mesma estratégia não pode ser aplicada à FMC.

A sexta questão tinha como objetivo saber se a formação dos professores durante a graduação os capacitou a ensinar FMC no EM. Apenas cinco docentes afirmaram que sim e nove afirmaram que parcialmente. Portanto, mais da metade dos professores não se sentem totalmente capacitados a ensinar FMC. É uma quantidade muito grande de professores que se sentem incapacitados de ensinar esses tópicos no EM, o que certamente influencia na formação básica dos alunos, pois se não se sentem seguros, tendem a evitar esses assuntos, ou, por mais que insiram, uma formação sólida em FMC resultaria em um melhor aprendizado e uma prática mais condizente com o nível dos estudantes do EM. Portanto, os resultados anteriores parecem justificar o fato de aproximadamente 64% dos docentes não se sentirem aptos a estar inserindo FMC no seu programa de aula, pois durante sua formação inicial não conseguiram construir as bases científicas necessárias para tal: tiveram dificuldades que não foram suplantadas, foram mal avaliados e não conseguem reproduzir no EM a mesma metodologia de ensino da graduação.

Dois professores participantes da pesquisa de Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009) afirmam não terem tido formação necessária para inserir FMC em suas aulas, um deles relatando ser a abstração desses temas um fator preponderante, que é um dos motivos relatados pelos professores B, C e D para justificar que os conteúdos de FMC são mais difíceis de serem compreendidos que os de FC. Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2012) revelam em sua pesquisa que nenhum dos professores entrevistados tinha autonomia para inserir FMC em suas aulas e, sendo assim, implementarem ações visando a autonomia dos envolvidos. Um professor relata à Rocha e Ricardo (2011) que devido sua formação é capaz de ensinar FMC de forma superficial, pois, se for ensinar Física Quântica, por exemplo, de maneira mais profunda, afirma não ser capaz.

Em seguida foi questionado aos docentes quais dificuldades eles têm para ensinar FMC no EM. Suas repostas estão no Quadro 3.

**Quadro 3:** Dificuldades dos professores para ensinar FMC no EM.

Professor	Dificuldades
A	Geralmente não é possível concluir todos os conteúdos, pois temos apenas 2 aulas por semana
B	Carga horária destinada para a disciplina de Física é na maioria dos casos insuficiente para contemplar os conteúdos
D	O tempo, pois nunca conseguimos chegar ao conteúdo
E	Matemática complexa, difícil para os alunos compreenderem
F	Um currículo que contemple este conteúdo nas avaliações externas
H	Material com uma linguagem adequada; Interesse dos alunos; Falta de importância que o MEC dá ao assunto
K	Tempo disponível
L	Geralmente não dá tempo ver o conteúdo, portanto, apresento vídeos e palestras
M	Desenvolver experimentos compatíveis; Adequar ao currículo existente
N	Recursos didáticos

Fonte: Ebalorado pelos autores.

Nesse quadro chama-se atenção para as várias dificuldades apontadas pelos docentes, bem como algumas que são recorrentes em seus discursos.

Percebe-se que o fator tempo é uma das principais dificuldades que os professores encontram para lecionar FMC no EM, acompanhado da matemática avançada e do material didático. Em sua pesquisa, Machado e Nardi (2003) relatam que o tempo influencia a maioria dos professores a não inserir FMC em suas aulas devido à baixa carga horária, se tornando um fator que impede a abordagem desses tópicos e/ou sua exploração mais ampla. Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009) também constaram que o tempo é um fator que dificulta a introdução de FMC no EM, pois um professor entrevistado pelos autores relata que duas aulas de Física semanais é muito pouco, sendo insuficiente até para os conteúdos de FC. Outro docente relatou aos autores que o tempo é o principal impedimento para que insira FMC em suas aulas, alegando que é insuficiente até mesmo para lecionar FC e que, com as dificuldades dos alunos, não consegue avançar e ensinar todos os conteúdos de FC propostos no currículo.

Sobre o aspecto matemático, conhecido por ser mais forte nos temas de FMC, é comum que os professores tenham dificuldades, tanto em aprender durante sua graduação como repassar para os alunos do EM. Um professor relata na pesquisa de Rocha e Ricardo

(2011) que devido sua formação em FMC pautada na abstração e envolver muita matemática, ele não ensinava esses assuntos devido não dominar totalmente. Nesse interim, Zanetic (2005) afirma que uma concepção de FMC trabalhada pelos professores com um foco restrito ao seu formalismo matemático o qual torna inviável as possibilidades de construir um ensino em concordância com questões sociais mais amplas. Colaborando, Carvalho & Zanetic (2004) acrescentam que a FMC deve ser abordada em articulação com a cultura.

Um ponto que merece destaque é a questão do currículo, citada pelos professores F, H e M, pois esses assuntos ainda não são amplamente cobrados nos vestibulares do país, fazendo com que “não haja necessidade” de serem incluídos na Educação Básica. Miltão e Alves (2009) citam que

a responsabilidade por um ensino de qualidade não deve ser apenas dos professores, visto que a culpa por uma defasagem nos conteúdos não é, meramente, um problema dos docentes, mas, também, das escolas. Um trabalho de coordenação pedagógica deve ser feito no sentido de inserir tais conteúdos em seus programas e procurar estratégias, junto com os professores, para realizar um ensino de ciências com qualidade. Essa responsabilidade deve ser dividida entre universidades, que preparam de forma inadequada (Miltão & Alves, 2009, p. 3).

Oliveira, Vianna & Gerbassi (2007) também constataram que as principais dificuldades enfrentadas pelos professores para inserir a FMC em suas aulas foram o reduzido tempo das aulas de Física, frente à ampla programação, principalmente nas escolas públicas, e a não exigência desses conteúdos nos programas dos vestibulares.

É muito relevante citar também a fala dos professores H e N quando tratam dos materiais didáticos, os quais nem sempre dão a ênfase necessária nos conteúdos de FMC. Comumente, os livros didáticos do EM trazem a Teoria da Relatividade e, às vezes, aspectos da Teoria Quântica, ficando de fora muitos tópicos que contribuiriam significativamente para o conhecimento científico dos alunos, além da aplicabilidade que possuem no dia a dia.

Observa-se que quando se trata de FMC não há um consenso entre as editoras e os autores dos livros acerca de quais temas tratar no EM, não ocorrendo o mesmo com a FC. Conseqüentemente, tem-se livros com poucos tópicos e outros mais ricos em conteúdo. Soma-se a isso, a falta de materiais de apoio para os professores, que se veem com dificuldades nesses assuntos desde a graduação e não encontram o suporte necessário para que possam incluir a FMC significativamente no EM. Rezende Jr (2001) atesta que o fato de os conteúdos de FMC nos livros didáticos serem geralmente apresentados por meio de pequenos quadros e verbetes confere um caráter apenas informativo. Nessa perspectiva, Rezende Junior e Cruz

(2005) reiteram que a transposição didática deve ser diferente quando se trata FMC devido sua natureza conceitual mais extensa.

Foi perguntado aos professores se essas dificuldades estão relacionadas ao enfoque que o ensino de FMC teve durante a graduação. Nove afirmaram que não, dois que parcialmente e um que sim. Dessa forma, eles foram questionados o motivo de suas respostas (Quadro 4).

**Quadro 4:** Justificativas para relação ou não das dificuldades com a graduação.

Professor	Respostas	Justificativas
A	Não	Temos limitação de tempo
B	Parcialmente	Nas aulas de Física na graduação muitas vezes priorizam as leis da Física, sem mostrar como abordar o conteúdo no Ensino Básico, assim o professor poderá ter dificuldade na escola do conteúdo para seus discentes
D	Não	O problema de não lecionar é o tempo
E	Sim	Matemática complexa
F	Não	A dificuldade está na necessidade de ensinar esses conteúdos no Ensino Médio
H	Não	A abordagem é diferente do Ensino Médio para a Universidade
K	Não	Porque a dificuldade está no tempo disponível no calendário escolar e não em minha formação
L	Não	Pois duas aulas semanais são poucas no Ensino Médio
M	Não	As dificuldades são próprias da proposta curricular do Ensino Médio

Fonte: Ebalorado pelos autores.

No Quadro 4 é importante observar as justificativas dos professores para suas respostas acerca das dificuldades que encontram para lecionar FMC com àquelas que tiveram na graduação, atentando para a recorrência com que apontam o tempo como principal empecilho.

Percebe-se novamente que o fator tempo e a matemática são postos como empecilhos, seguidos da matriz curricular (professor F e M) e da diferença entre as abordagens da faculdade para o nível médio (professor B e H). A realidade apontada por esses últimos está relacionada à transposição didática, a qual deveria ser trabalhada em todas as disciplinas do curso de Física. O professor precisa entender o conteúdo e ser capaz de ensiná-lo dentro dos limites do EM. Assemelha-se também ao discurso de um professor entrevistado por Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2012) quando relata haver um desarranjo entre as abordagens dos conteúdos de FMC durante a formação de professores e as necessidades que enfrentam na Educação Básica, que é o espaço onde atuam. Ele menciona que durante a faculdade são estudadas muitas coisas que não contribuem para a formação e que a prioridade não é o aluno,



mas os interesses pessoais dos docentes.

O professor E afirma que suas dificuldades em ensinar FMC são devido ao enfoque que o ensino desses conteúdos teve durante sua graduação, justificando o fato da quase totalidade dos professores afirmarem que o aspecto matemático foi o que teve maior foco. Dessa forma, o professor carrega dificuldades desde sua formação que culminam na sua incapacidade de trabalhar FMC com outras perspectivas a não ser utilizando-se de cálculos matemáticos, os quais nem o próprio possui total segurança.

Um professor entrevistado por Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009) também relata que os alunos chegam no EM com muitas deficiências, tornando a FMC mais distante ainda da realidade de sala de aula, além de que a compreensão da FMC está restrita ao seu formalismo matemático, se assemelhando à fala do professor E desta pesquisa. Dessa forma, faz-se aqui pertinente o questionamento dos autores: “Teria sido a formação desse professor restrita a ênfases nesse formalismo, sem uma discussão dos aspectos epistemológicos e ontológicos subjacentes?” (Monteiro, Nardi, & Bastos Filho, 2009, p. 150). Questionamentos desse tipo levantam dúvidas acerca de como tem se tratado o ensino de FMC nos cursos de Física, até mesmo de outras disciplinas do curso. Um ensino de Física pautado em equações matemáticas, teoremas e teorias sem uma compreensão histórica, conceitual, experimental e epistemológica do assunto conduz os alunos à racionalidade técnica, tornando-os meros reprodutores do conhecimento, sem uma compreensão ou reflexão sobre. Nesta perspectiva, Monteiro e Nardi (2009) afirmam que,

os meios são planejados para atingir determinados fins, previamente estabelecidos e sem valorizar especificidades do contexto. Com um contexto da formação de professores pautada nesta racionalidade, os mesmos são preparados como sendo técnicos a resolverem problemas. Ao se depararem com o contexto educacional, os quais apresentam problemas de natureza causal complexa, muito frequentemente os professores que tiveram formação pautada na mencionada perspectiva, começam a perceber a inviabilidade do seu arcabouço teórico para fundamentar a sua práxis (Monteiro & Nardi, 2009, p. 8).

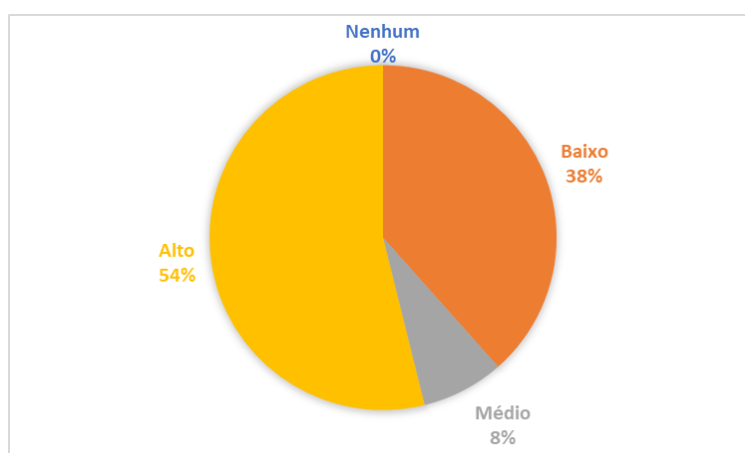
Parafrazeando Monteiro, Nardi & Bastos Filho (2012), questiona-se o fato de os professores da presente pesquisa também terem tido, muito provavelmente, uma formação em FC marcada com os preceitos da racionalidade técnica e, apesar disso, conseguirem implementá-la em suas aulas, não seria a vivência com esses temas, ainda quando estudantes da Educação Básica, que os possibilita a tal condição? A questão levantada pelos autores traz

à tona algo muito comum que é a reprodução de comportamentos, pois se os professores experienciaram o ensino de FC durante a Educação Básica daquela forma, é “normal” que tendam a ensinar seus alunos assim também. No entanto, não conseguem aplicar o mesmo para a FMC.

Os autores ainda observaram por meio dos discursos dos professores que suas formações aparentam demonstrar aspectos que são recorrentes no ensino da FC. Entretanto, quando se trata do ensino de FMC, salienta-se a existência de dificuldades que o cotidiano escolar não consegue ultrapassar, no sentido de o professor caminhar com o novo. Ressaltam que as necessidades do contexto escolar não têm se mostrado como um fator influenciador na reconstrução da prática dos professores. Esse fato ressaltado pelos autores sugere que nem as pesquisas na área de ensino de FMC e nem os obstáculos do cotidiano escolar têm sido suficientes para que haja uma mudança da praxe docente. Contudo que esse comportamento não mude, essa realidade parece perdurar ainda na Educação Básica, fazendo-se necessário um esforço maior para que ocorra mudanças que visem a implementação da FMC nas aulas, pelo menos, do EM e que estejam distantes da racionalidade técnica.

A nona questão tencionava saber dos professores qual o grau de importância para a formação básica dos alunos que eles atribuem à abordagem de FMC no ensino de Física do EM. O Gráfico 3 ilustra suas respostas.

**Gráfico 3:** Importância de FMC para a formação dos alunos do EM.



Fonte: Ebalorado pelos autores.

É importante salientar que nenhum professor julga que o ensino de FMC não tem importância para a formação básica dos alunos. No entanto, cerca de um terço dos questionados ainda consideram que tem baixa importância. Tal fato pode o levar a não ensinar esses conteúdos no EM, pois o achar importante está intimamente ligado à prática de ensino,

considerando a autonomia do professor dentro de sala de aula. Em um estudo com 24 professores realizado por Machado e Nardi (2003), os autores constataram que 50% dos professores consideraram alta a importância de ensinar FMC, 25% média, 13% baixa e 4% nenhuma importância. Na pesquisa de Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009) realizada com cinco professores do EM, os autores verificaram que todos atribuem ser relevante ensinar FMC na Educação Básica. Os dados se assemelham ao da presente pesquisa, mostrando que tal fato pode ser encarado como uma realidade nas escolas.

Em seguida, os docentes foram questionados se acham que os temas de FMC podem ser ensinados no EM. Oito professores afirmaram que sim e seis que parcialmente. O Quadro 5 traz suas justificativas.

**Quadro 5:** Justificativas para ensinar FMC no EM.

<b>Professor</b>	<b>Respostas</b>	<b>Justificativas</b>
B	Parcialmente	Os temas podem ser ensinados sem exigir cálculos abstratos, dando prioridade na parte fenomenológica
C	Sim	Porque é possível tratar alguns assuntos de maneira qualitativa
D	Parcialmente	Conceitual sim, mas as equações não
E	Sim	São temas muito atuais, onde despertam a curiosidade dos alunos
F	Sim	Os cálculos podem ser complicados, mas os conceitos são acessíveis ao Ensino Médio
H	Parcialmente	Alguns tópicos que podem despertar interesse
K	Sim	São tópicos que são mais atrativos e que podem ser abordados de forma teórica
I	Sim	Porque faz parte da Física
L	Sim	É a Física mais “atual”, mais aplicações são fáceis de perceber em qualquer área
M	Parcialmente	A abordagem dos cálculos se torna inviável
O	Parcialmente	Falta conhecimento básico do aluno

Fonte: Elaborada pelos autores.

Por meio do Quadro 5 fica perceptível que os fatores ligados a curiosidade e interesse dos alunos e ao foco mais conceitual da FMC são as principais razões para se ensinar FMC no EM. Cavalcante (1999) ressalta que a difusão dos conteúdos de FMC pelos professores para

os alunos precisa ser encarada como muito importante, pois o professor é um agente transformador da realidade social na qual se insere. O autor defende que o conhecimento científico não deve ser compreendido como algo distante e fora da realidade dos estudantes, devendo esse paradigma deve ser excluído e modificado por uma forma de aprendizagem que conduza os discentes a ter gosto pela ciência. Para um professor entrevistado por Rocha e Ricardo (2011), o fato de a FMC ser mais próxima da realidade dos alunos permite que o professor faça uma abordagem mais contextualizada. Miltão e Alves (2009) acrescentam que essa tarefa não é fácil para a maior parte dos professores visto as diversas dificuldades que enfrentam, como a carga horária excessiva e turmas muito grandes, dificultando o trabalho e o aprendizado.

Sobre o aspecto matemático citado pelos professores B, F e M parece que a questão de cálculos se torna uma variável muito importante quando se escolhe quais conteúdos ensinar no EM.

Na pesquisa de Monteiro & Nardi (2009), nenhum dos professores de Física relatou qualquer viabilidade ou possibilidade de introduzir a FMC em suas aulas de Física, sendo a matemática uma das principais dificuldades.

Oliveira, Vianna & Gerbassi (2007) observaram que a maioria dos professores concorda que “a matematização deve ser feita de forma superficial (quando houver), priorizando a parte qualitativa (conceitual) e fenomenológica do assunto” (Oliveira, Vianna, & Gerbassi, 2007, p. 453).

É compreensível que não se pode exigir de alunos desse nível como é exigido dos professores durante sua graduação.

No entanto, a Física é uma Ciência que utiliza a Matemática como linguagem e ensinar aquela sem essa se torna inviável. Dessa forma, é necessário e exequível que se utilize de todas as formas para se ensinar de Física, seja o enfoque fenomenológico, conceitual, histórico, ou matemático.

A junção desses enriquece o conteúdo e mostra ao aluno a importância e completude dos temas de Física.

Na décima primeira questão, os professores foram perguntados se acham que os tópicos de FMC podem despertar a curiosidade dos alunos do EM. Doze docentes afirmaram que sim e dois que parcialmente. Os professores podiam comentar sobre suas respostas, as quais estão no Quadro 6.

**Quadro 6:** Comentários sobre a FMC como forma de despertar a curiosidade dos alunos do EM.

<b>Professor</b>	<b>Respostas</b>	<b>Comentário</b>
A	Parcialmente	É um conteúdo atrativo, porém sem experimento pode se tornar um pouco cansativo
B	Sim	Geralmente quando trabalho esses tópicos busco realizar experimentos, onde o próprio aluno realiza a montagem, desta maneira acredito que o aluno buscará compreender um pouco mais sobre o tema
C	Sim	Porque o assunto possui uma aplicabilidade muito grande
D	Sim	Pelo fato de estar ligado às novas tecnologias e descobertas, podem fazer com que os alunos tenham interesse
E	Sim	Por serem atuais
F	Sim	Os conceitos vão de encontro às questões existenciais de “quem somos nós? Onde nós estamos?”
H	Sim	Eles gostam de curiosidades, história. Como a teoria de surgimento do universo
K	Sim	Principalmente porque tem temas como relatividade, efeito fotoelétrico; temas muito interessantes
I	Sim	Pois os fatos históricos e a parte teórica é muito interessante, o que instigaria a imaginação dos alunos
L	Sim	É a Física mais “atual”, mais aplicações são fáceis de perceber em qualquer área
M	Sim	Estão permeados em filmes, séries e notícias a que eles têm contato
O	Sim	Porque a maioria demonstra interesse pelo assunto

Fonte: Ebalorado pelos autores.

Esse quadro chama atenção para as contribuições docentes sobre os benefícios que o ensino de FMC pode trazer para os alunos do EM na medida em que é capaz despertar neles a curiosidade.

O fato de um conteúdo despertar a curiosidade do aluno está intimamente ligado ao surgimento de interesse por parte desse, que pode, a partir daí, passar a estudar mais sobre Física. Quando Machado e Nardi (2003) questionaram os professores acerca do interesse dos alunos por conteúdos de FMC, 21% dos sujeitos que abordaram estes tópicos consideraram alto, 42% médio e 37% consideraram baixo. Oliveira, Vianna e Gerbassi (2007) comentam que é comum os alunos trazerem para as aulas de Física “discussões sobre assuntos que leram ou ouviram em revistas, jornais e telejornais e que, por serem mais atuais e/ou estarem presentes no seu no dia a dia, despertam neles um interesse em conhecer e entender que princípios físicos explicam dado fenômeno” (Oliveira, Vianna, & Gerbassi, 2007, p. 447).

Por último, os professores foram perguntados se houve discussão fundamentada de como inserir FMC no EM, quais temas ensinar e quais metodologias utilizar. Doze docentes afirmaram que não e um afirmou que sim. Caso marcassem não, foi pedido que dissessem o

porquê, e caso marcassem sim, que relatassem. O Quadro 7 mostra suas escolhas e falas.

**Quadro 7:** Porquê/Relato sobre discussão acerca da inserção de FMC no EM.

<b>Professor</b>	<b>Respostas</b>	<b>Porquê/Relato</b>
B	Não	As disciplinas geralmente eram conteudistas, não havia uma preocupação com sua abordagem no ensino básico
D	Não	Creio eu que pelo fato de já seguirmos um currículo que não exige a Física Moderna nas provas de vestibulares (não com tanta dificuldade)
F	Não	Acho que não estava preocupado com isso
M	Não	Não era objetivo das disciplinas na graduação que abordaram esse tema
N	Não	No currículo do Ensino Médio não é abordado o conteúdo de Física Moderna e Contemporânea

Fonte: Ebalorado pelos autores.

Por fim, esse resultado reitera os anteriores, indicando que não se tem debatido no Ensino Superior como os professores formandos podem ensinar FMC na Educação Básica, o que sugere um certo descado dos professores formadores com o nível médio. Na universidade, não basta ensinar os conteúdos indicados nas ementas com base nos livros didáticos que enfoquem estritamente os cálculos, percebe-se necessário e urgente esses professores vá além, debatendo com os licenciandos experimentos, a história do assunto, a epistemologia, dentre outros, além de discutir formas de levar para sala de aula, para que promova a formação de um futuro professor habilitado a atuar em uma geração em estágio de formação do sendo crítico e que não se contenta mais apenas com o tradicional e “ultrapassado”.

Essa realidade aqui mostrada não é exclusiva. Monteiro e Nardi (2009), ao realizar uma pesquisa com formandos em Física, constataram que eles também não haviam experienciado uma discussão acerca de como inserir FMC no EM, pois não possuíam referenciais teóricos com esse enfoque, relatando os alunos que não sabem e também não sabem onde buscar sugestões. Portanto, assim como afirmam os autores, em oposição as sugestões das pesquisas, o ensino da FMC não se mostra relevante no contexto em que os professores estão construindo suas formações. Sobre o ensino da FMC no EM, os autores defendem que “esta questão deveria ter sido debatida ao longo de todo o curso e em várias componentes curriculares e não apenas em um momento pontual ou em componentes curriculares relacionadas com conceitos específicas” (Monteiro & Nardi, 2009, p. 6).

Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009) também relatam em seu estudo que um professor afirma que não houve nenhuma abordagem sobre a possibilidade de inserção de FMC na Educação Básica, onde o sujeito confunde estratégias de ensino com técnicas de ensinar quando relata não saber se existem técnicas atuais de como ensinar esses conteúdos.

Expandindo para a fala dos professores no Quadro 7 percebe-se uma formação técnica de professores, onde a aprendizagem na graduação segue um ritual que muitas vezes não condiz com a prática de ensino desses docentes no EM na medida que não são confrontados com situações reais em que precisar ensinar FMC para seus alunos. Em contraposição a esse pensamento, Silva (2004 p. 54-55) afirma que “[...] os professores e as professoras não podem ser vistos como técnicos e burocratas, mas como pessoas envolvidas nas atividades da crítica e do questionamento, a serviço do processo de emancipação e libertação”.

Monteiro, Nardi & Bastos Filho (2012) observaram que embora os tópicos de FMC sejam contemplados nas componentes curriculares durante a formação dos professores, não há abordagens sobre como inserir esses conteúdos na programação da Educação Básica. Para os autores, esse fato evidencia “do predomínio de preceitos da racionalidade técnico-instrumental na formação dos professores” (Monteiro, Nardi, & Bastos Filho, 2012, p. 9).

Em um curso de formação de professores de Física, a não abordagem da inserção da FMC no nível médio de ensino, apesar da existência de componentes curriculares contemplando a mencionada Física, evidencia que as ações dos professores formadores e elaboradores do currículo não estão sendo influenciadas pelas vozes dos pesquisadores da educação científica, tampouco pelos documentos oficiais brasileiros (Monteiro, Nardi & Bastos Filho, 2012, p. 9).

Por fim, Monteiro & Nardi (2009) concluem que para que os professores tenham autonomia sobre decisões a respeito do ensino de conteúdos em si e em relação às estratégias de ensino, comumente desarticuladas entre si, é necessário haver uma estruturação do currículo dos cursos de Física e nas próprias concepções e atitudes dos docentes que trabalham com formação de professores de Física.

#### **4. Considerações Finais**

A pesquisa teve como objetivo principal avaliar como se deu a formação inicial em FMC dos professores de Física de todas as escolas da rede pública da cidade Sobral que concluíram sua graduação após o ano de 2002. Além disso, observou-se também outras questões relacionadas ao ensino desses tópicos, como o enfoque das disciplinas, avaliação do docente formador, dificuldades que os professores tiveram e importância para sua formação e a de seus alunos. Para tanto, foi aplicado um questionário semiestruturado a todos os professores para coletar os dados.

Percebeu-se que todos os tópicos de FMC propostos no questionário foram apontados

pelos professores como abordados dentro de alguma disciplina ou constituíram uma componente curricular. Além disso, os temas Teorias da Relatividade, Dualidade onda-partícula, Átomo de Bohr e Efeito Fotoelétrico foram indicados por mais de 80% dos professores. Já os tópicos Forçar Fundamentais, Mecânica Quântica, Radioatividade, Fibras Ópticas, Supercondutores, Semicondutores, Metais e Isolantes, Raios X e Leis de Conservação foram apontados por pelo menos 60% dos sujeitos. Os dados reforçam que esses assuntos estão dentre os conteúdos de FMC mais abordados na graduação. Esse resultado aliado ao fato de que, embora em percentuais menores, todos os temas foram estudados indica que há, no mínimo, um interesse em incluir na formação de professores o estudo de conteúdos de FMC.

Em relação às dificuldades, quase metade dos professores afirmaram ter tido durante a graduação, as quais estavam relacionadas à matemática dos conteúdos e eles próprios, às vezes, devido seu grau de abstração e entendimento. Portanto, suas respostas reafirmam a tendência de que os temas de FMC costumam ser mais difíceis para os professores em formação e reforçam a necessidade de propostas que venham a intervir nessa realidade e torne o ensino de FMC mais plausível para os professores. Tais ações precisam ser implantadas pelos professores nas universidades.

O instrumento avaliativo mais utilizado pelos professores para avaliar os seus alunos durante o ensino de FMC foram provas (testes), fortificando a tendência que aplicação de provas como única forma de avaliação em todos os níveis de aprendizagem. Tal fato impede que os professores provem que realmente aprenderam um assunto, pois nesse tipo de instrumento geralmente são cobrados cálculos matemáticos, ficando de fora outros aspectos do ensino de Física como um todo. Esse resultado está em total acordo com o fato de o aspecto matemático ter sido apontado como o maior enfoque que o ensino de FMC teve durante a graduação. Dessa forma, como os professores foram cobrados mais esse aspecto e através de provas, tendem a reproduzir o mesmo comportamento com seus alunos, sendo nessa etapa que começam a encarar as dificuldades de ensinar tais assuntos no EM.

Apenas 5 docentes afirmam ser totalmente aptos a lecionar FMC no nesse nível, sendo que as principais dificuldades encontradas são a matemática complexa para os alunos, o tempo disposto às aulas de Física, os recursos didáticos disponíveis e o atual currículo do EM. Pelo discurso dos professores, percebe-se que a disparidade entre a relevância do ensino de FMC com o rendimento satisfatório dos estudantes na graduação revela que o enfoque que o curso teve pode ser o principal causador e que essa causa gere suas dificuldades internas para tratar desses tópicos, embora apenas um professor afirme sim e dois parcialmente que suas



dificuldades estão relacionadas com o enfoque que teve sua graduação.

Mais da metade (54%) dos professores afirmam que ser de alta importância o ensino de FMC para a formação básica dos alunos do EM. No entanto, 38% ainda afirmam ser de baixa importância. Portanto, espera-se que esse percentual de professores tenda a não inserir tais temas, em suas aulas, devido não considerarem tão relevantes e, ainda, as dificuldades que encontram corroboram para que a FMC não seja ensinada. Entretanto, nenhum docente afirmou que tais assuntos não podem ser ensinados no EM e suas razões para que se possa trabalhar esses temas estão relacionadas ao fato de serem atuais e conceitualmente aplicáveis no EM, salvo as ressalvas feitas com respeito aos aspectos matemáticos que se tornam inviáveis de ser ensinados nesse nível. Soma-se a isso o fato de doze dos quinze professores afirmarem que os tópicos de FMC podem despertar a curiosidade dos alunos do EM, afirmando que a atualidade, aplicabilidade, atratividade e aspectos históricos são os principais fatores.

O fato de apenas um professor afirmar que houve discussão de como inserir FMC no EM é preocupante. Doze docentes afirmaram que não houve esse trabalho durante o ensino desses temas na graduação, afirmando que não era o foco das disciplinas que tratam do assunto e que o fato de não serem comumente abordados no EM e nem nos vestibulares conduz a esse resultado. Percebe-se que não se está formando professores de Física preparados para entrar em sala de aula do EM na medida em que não há discussões de como podem transmitir o conhecimento aos alunos, realizar a Transposição Didática. Não adianta fazer uma graduação pautada em cálculos matemáticos quando nem mesmo os alunos do ensino superior compreendem bem, considerando os tantos outros aspectos que o ensino de Física pode trilhar. A Física é para além da Matemática e os professores em formação precisam perceber isso ainda na graduação para que façam futuramente seus alunos vislumbrarem o mesmo. Nota-se que o ensino de FMC, no caso, tem sido pautado nos preceitos da racionalidade técnica, na medida, que, se tenta formar sujeitos munidos de fórmulas e números, sem uma compreensão do que significam.

Dessa forma, questiona-se se o ensino de FC tem seguido o mesmo caminho. Oito professores afirmaram que os conteúdos de FMC são mais difíceis de compreender que os de FC, sendo a matemática mais avançada e a abstração os principais motivos. Denota-se que, muito provavelmente, o ensino da FC durante a graduação também tem sido marcado pela racionalidade técnica, e que os professores conseguem fazer o mesmo no EM, podendo ser sua vivência durante a Educação Básica também um fator. No entanto, quando tratam da FMC, encaram novos desafios.

Considerando o caminho trilhado pela pesquisa, abre-se possibilidades para novas investigações que venham a contribuir e sanar os questionamentos gerados no presente trabalho. Nesse interim, parece conveniente:

- Pesquisar e analisar em detalhes como tem se dado o ensino das disciplinas de FMC nos cursos de formação de professores de Física e as dificuldades que os estudantes encontram nessas componentes nesse período;

- Verificar se o ensino dos temas de FMC na formação dos professores de Física segue a mesma tendência que os assuntos de FC, buscando observar convergências e/ou divergências e seus motivos;

- Ouvir os docentes dos cursos de formação de professores de Física que lecionam as disciplinas de FMC para saber suas visões sobre essa problemática, investigando questões relacionadas ao ensino desses assuntos, como os tópicos mais ensinados, a metodologia, os suportes didáticos, os métodos avaliativos e suas possibilidades de inserção no EM. Atentar também para questões relacionadas a Transposição Didática observando se as discussões nas aulas possibilitam que esses conteúdos sejam ensinados no nível mencionado.

## Referências

Bogdan RC & Biklen SK (1994). *Investigação Qualitativa em Educação: Uma Introdução à Teoria e aos Métodos*. Portugal: Porto Editora.

Brasil (2002). *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: Secretaria de Educação Básica.

Busatto CZ Silva JCR, Junior NP & Pérez CAS (2018). O ensino de física moderna e contemporânea na educação básica: conteúdos trabalhados pelos docentes. *Revista CIATEC*, 10(1), 104-15.

Carvalho MAAS & Rodrigues VC (2015). O estudo de caso na formação de professores: potencialidades na educação inclusiva. *Anais do Congresso Nacional de Educação* (9411-9419). Curitiba, PR/Brasil: Educere, 12.

Carvalho SHM & Zanetic J (2004). Ciência e arte, razão e imaginação: complementos necessários à compreensão da física moderna. *Atas do Encontro de Pesquisadores em Ensino*

de Física. Jaboticatubas, MG, Brasil, 9.

Cavalcante MA (1999). O Ensino de uma Nova Física e o Exercício da Cidadania. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 21(4), 550-1.

Fonseca JJS (2002). *Metodologia da pesquisa científica*. Apostila. Fortaleza: UEC.

Freire P (1983). *Extensão ou comunicação?* (8.ed.). Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Gil AC (2008). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social* (6.ed.). São Paulo: Editora Atlas.

Machado DI & Nardi R (2003). Avaliação do ensino e aprendizagem de física moderna e contemporânea no ensino médio. *Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Bauru, SP, Brasil, 4.

Miltão MSR & AYM (2009). Formação de professores de física, modalidade presencial da UEFS, e física moderna e contemporânea. *Atas do Simpósio Nacional de Ensino de Física*. Vitória, ES, Brasil, 18.

Monteiro MA & Nardi R (2009). A Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio e a Formação de Professores: racionalidade técnica ou racionalidade comunicativa?. *Atas do Simpósio Nacional de Ensino de Física*. Vitória, ES, Brasil, 18.

Monteiro MA, Nardi R & Bastos Filho JB (2009). Dificuldades dos professores em introduzir a física moderna no ensino médio: a necessidade de superação da racionalidade técnica nos processos formativos. In R. Nardi. (Org.), *Ensino de ciências e matemática, I: temas sobre a formação de professores [online]* (145-159). São Paulo, SP: Editora UNESP.

Monteiro MA, Nardi R & Bastos Filho JB (2012). Física Moderna e Contemporânea no ensino médio e a formação de professores: desencontros com a ação comunicativa e a ação dialógica emancipatória. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 8(1), 1-13.

Oliveira FF, Vianna DM & Gerbassi RS. (2007). Física Moderna no ensino médio: o que

dizem os professores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 29(3), 447-54.

Orlandi EP (2002). *Análise de discurso: Princípios e Procedimentos* (4.ed.). Campinas: Pontes.

Ostermann F & Moreira MA (2001). 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 de Física*, 18(2), 135-51.

Paulo Neto JG, Oliveira AN & Siqueira MCA (2019). Ensino de Física moderna e contemporânea no Ensino Médio: o que pensam os envolvidos? *ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS*, 6(1), 65-89.

Pereira AS, Shitsuka DM, Parreira FJ & Shitsuka R (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em:  
[https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1).

Rezende Jr MF (2001). *Fenômenos e a Introdução de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio*. (Dissertação de Mestrado em Educação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Rezende Jr MF & Cruz FFS. (2005). Física Moderna e Contemporânea: Formação ou Informação? *Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Bauru, SP, Brasil, 5.

Rocha DM & Ricardo EC (2011) Crenças de Autoeficácia e a Formação Docente em Física Moderna e Contemporânea: uma relação atuante nas práticas dos professores. *Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Campinas, SP, Brasil, 8.

Silva TT (2004). *Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo* (2.ed.). Belo Horizonte: Autêntica.

Siqueira M & Pietrocola M (2006). A Transposição Didática aplicada a Teoria

Contemporânea: a Física de Partículas Elementares no Ensino Médio. *Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física*, Londrina, PR, Brasil, 10.

Zanetic J (2005). Física e cultura. *Ciência e Cultura*, 57(3), 21-4.

Yin RK (1983). *The case study method: An annotated bibliography*. Washington: Cosmos Corporation.

### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Jonas Guimarães Paulo Neto – 50%

Nórlia Nabuco Parente – 25%

Diego Ximenes Macedo – 25%