
FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA EM SALA DE AULA: PRÁXIS DE PROFESSORES EGRESSOS DE UMA UNIVERSIDADE BRASILEIRA

Autores. Pedro Donizete Colombo Junior 1. Adriano Ribeiro Sousa 2. Ariane Baffa Lorenço 3. Daniel Fernando Bovolenta Ovigli 4.
Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Uberaba, Minas Gerais, Brasil. pedro.colombo@uftm.edu.br

Tema. Eixo temático 5.

Modalidade. 1. Nível educativo universitário.

Resumo. Frente aos avanços tecnológicos atuais, entender conceitos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) pode suscitar e permitir uma percepção mais plena de diferentes fenômenos físicos presentes em aparatos tecnológicos cotidianos. Considerando tal premissa, esta pesquisa investigou se professores egressos do curso de licenciatura em Física da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), em exercício na educação básica, têm trabalhado tópicos de FMC em suas aulas. Para tanto, fizemos uso de questionários e pesquisa documental, sendo os dados processados por meio da Análise de Conteúdo. Os resultados evidenciam que os egressos trabalham de forma pontual e ínfima temáticas de FMC com seus alunos, um achado que sugere maiores reflexões sobre a questão em âmbito de formação inicial de professores, bem como incipiência quanto a um ensino de Física integrador e contextualizado com a atualidade.

Palavras-chave. Física Moderna e Contemporânea, Professores Egressos, Licenciatura em Física, Educação Básica.

Introdução

Na componente curricular Física da Educação Básica (EB) brasileira tem-se presenciado, nas últimas décadas, vários esforços na busca por atualizar os currículos os quais, na maioria das vezes, apresentam-se como canônicos e amparados por uma Física do século XIX. Vislumbrando a aproximação do que se aprende na escola com o que se vivencia no dia-a-dia, aspectos da Física Moderna e Contemporânea (FMC) se colocam como essenciais para o entendimento dos caminhos que a ciência tem percorrido, das novas tecnologias e dos impactos sociais e econômicos que esta promove.

Há quase três décadas Terrazzan (1994) já sinalizava que os conteúdos de Física trabalhados pelos professores na EB se reduzem ao ensino de tópicos da Física Clássica, como cinemática, leis de Newton, termologia, óptica geométrica, eletricidade e circuitos simples. Tais conteúdos têm sua importância e não devem ser negligenciados, porém também é verdade que a FMC possibilita ampliar o entendimento de diferentes fenômenos que circundam o cotidiano do aluno, indo além das possibilidades elucidativas da Física Clássica.

Fato é que a FMC é muito importante para que os alunos compreendam e melhor interpretem o mundo atual à sua volta, uma vez que inúmeros avanços tecnológicos e científicos são resultantes dos estudos e pesquisas em áreas da física contemporânea (Pagliarini & Almeida, 2016; Costa & Batista, 2017). A importância da FMC na EB também é enfatizada e reconhecida em diferentes documentos oficiais brasileiros (Brasil, 2013, 2018), tanto que as diretrizes norteadoras do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) colocam como item eliminatório para o processo de seleção de livros didáticos a observância da presença de tópicos de FMC nas coleções a serem avaliadas.

Diante da importância da presença da FMC na EB, urge que os cursos de formação inicial de professores a abordem de maneira a preparar os futuros docentes à sua implementação em contexto de sala de aula. É sabido que a formação de

professores é um processo contínuo, que não se limita ao momento de formação inicial. No entanto, os cursos de licenciatura têm a missão de alicerçar a formação do licenciando tanto no que tange aos conceitos científicos da área de atuação, como de aspectos pedagógicos e outros que favoreçam a sua futura prática docente (Leite et al., 2018), como é o caso da preparação para o trabalho com FMC.

Em virtude do exposto muitas Universidades que oferecem o curso de licenciatura em Física têm incluído em suas matrizes curriculares temáticas de FMC como componentes obrigatórios, sendo este um movimento que busca contribuir para superar lacunas em relação a temáticas atuais de FMC. No entanto, tão importante quanto a inserção da FMC nos cursos de licenciatura, encontra-se a análise de sua implementação em contexto de sala de aula, após os licenciandos finalizarem sua formação inicial e atuarem como docentes de escolas da EB, em especial, no nível do Ensino Médio (EM).

Assim, o presente texto é centrado na sistematização de reflexões para as seguintes indagações: i) A formação oferecida de FMC no curso de Licenciatura em Física da UFTM pode ser considerada adequada para preparar os licenciandos no trabalho com esta temática em aulas na EB? E, ii) Os professores egressos do curso de Licenciatura em Física da UFTM têm trabalhado tópicos de FMC no EM?

Percurso metodológico

O desenvolver deste trabalho está pautado em um viés metodológico de pesquisa qualitativa (Laville & Dionne, 1999), em que para investigar o uso (ou não) de tópicos de FMC por egressos da UFTM em suas aulas, elegemos a aplicação de questionários *on-line* voltados a esse público. Para isso, fizemos uso da ferramenta Google Formulários®, a qual favoreceu a abrangência do contato com os egressos do curso de Licenciatura em Física da UFTM, visto que a maioria não residia mais na cidade de Uberaba, Minas Gerais, sede da Universidade. Em acordo com Machado e Nardi (2003), assumimos que FMC corresponde à Física desenvolvida desde o final do século XIX até os dias atuais.

O questionário elaborado continha questões abertas e fechadas, que versavam sobre as experiências em sala de aula, relação com a FMC no período de graduação e seus motivos por utilizarem (ou não) tópicos de FMC em suas aulas. Foi enviado a todos os egressos do curso de Licenciatura em Física da UFTM, desde os primeiros formados (em 2012) até o momento da realização da pesquisa (agosto de 2017). Dado esse escopo o corpus ideal da pesquisa referia-se a 27 professores, totalidade de egressos do curso naquele momento. Houve a devolutiva de 19 deles, para os quais analisou-se seus vínculos atuais registrados em seus respectivos Currículos Lattes, e selecionou-se para esta pesquisa apenas os que atuavam como docentes da EB, sendo 08 no total. Esses serão doravante denominados de E1, E2 e assim sucessivamente.

Para proceder-se à análise dos questionários adotou-se a Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2011), a qual consiste em três fases: (i) pré-análise, que consistiu na leitura flutuante dos dados decorrentes da aplicação dos questionários. Na sequência, em (ii) exploração do material, estes dados foram categorizados a fim de investigar a utilização (ou não) de tópicos de FMC pelos egressos em suas aulas. Findado o delineamento das categorias de análise, passou-se a (iii) interpretação dos resultados, de forma que elucidasse a utilização de tópicos de FMC pelos egressos, remetendo a discussões, inferências e conclusões da pesquisa.

Para procedermos a um diálogo entre os achados sobre o uso (ou não) de tópicos de FMC dos participantes com a sua formação inicial na temática em estudo, lançamos mão de análise documental de seu Projeto Pedagógico do Curso (PPC) do curso de Licenciatura em Física (Universidade Federal do Triângulo Mineiro, 2010). Com esses dados buscamos mapear

o percurso formativo dos licenciandos frente ao estudo com temáticas de FMC, os quais poderiam ter influências diretas sobre o trabalho (ou não) com tais atividades em sala de aula.

Resultados e discussões

Iniciaremos a apresentação dos resultados explorando o PPC do curso de Licenciatura em Física, no intuito de entender se seus egressos tiveram uma base conceitual ampla sobre a temática de FMC, e também apresentaremos a afinidade dos egressos com a FMC durante o período de graduação. Na sequência retrataremos a análise dos dados que respondem a nossa pergunta: Os professores egressos do curso de Licenciatura em Física da UFTM têm trabalhado tópicos de FMC no EM?

A Física Moderna e Contemporânea no PPC do curso de Física da UFTM

A análise do PPC evidenciou que muitas disciplinas obrigatórias (sete no total) e eletivas (quatro no total) trazem temáticas associadas à FMC em suas ementas, sendo a maioria situada após a primeira metade do curso, que tem duração de oito semestres. Os temas mais recorrentes referentes à FMC encontrados no PPC foram: relatividade, átomo de Bohr, comportamento dual da luz, espectroscopia e equação de Schrödinger. Destaca-se que, em nenhum momento as ementas dissertam sobre a relação entre a FMC e o cotidiano, seu enquadramento social e implicações para a compreensão do mundo contemporâneo.

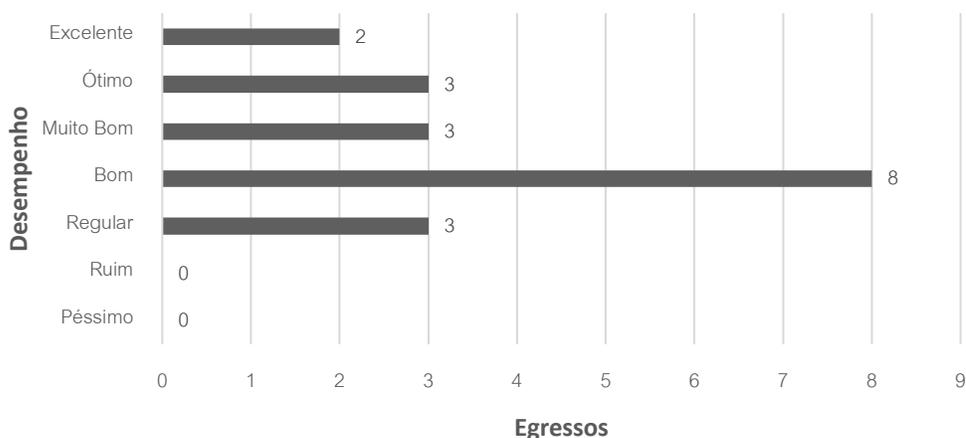
As abordagens dessas temáticas são prioritariamente em disciplinas relacionadas à física básica: Física 4; Física Experimental 4; Estrutura da Matéria; Laboratório de Estrutura da Matéria; Física da Matéria Condensada; Introdução à Mecânica Quântica; Astronomia II; Fundamentos e Filosofia da Física Quântica; Fundamentos da Física e Evolução dos Conceitos da Física. Destaca-se, ainda, que as disciplinas de Fundamentos e Filosofia da Física Quântica, Fundamentos da Física e Evolução dos Conceitos da Física possuem uma abordagem prioritariamente conceitual e fortemente ligada à História e Filosofia da Ciência.

Ressalta-se que as análises realizadas no PPC evidenciam que os licenciandos cursaram aproximadamente 360 horas/aula em disciplinas obrigatórias que traziam na ementa temáticas de FMC. Ademais, poderiam optar por cursar outras disciplinas (eletivas) com abordagens de FMC, dependendo de sua oferta no decorrer do curso. Este achado, em específico, contrapõe-se à noção de que a formação inicial não tem propiciado estudos de tópicos de FMC, como levantado em um estudo realizado por Machado e Nardi (2003). Por outro lado, os resultados não evidenciam a forma com que esta mesma física tem sido trabalhada com os licenciandos - a didática da física, evidenciando a necessidade de pesquisas futuras aprofundarem esta questão.

A FMC na licenciatura em Física da UFTM: colocações dos egressos sobre seu envolvimento com o tema

Esta seção apresenta as colocações dos 19 egressos sobre sua afinidade com a FMC durante o período de graduação. Como resultados, a maioria evidenciou afinidade com as disciplinas que abordavam a FMC na graduação e que as entendiam como fundamentais para ampliar os horizontes da Física, seja em pesquisas ou em ensino (Gráfico 1).

Gráfico 1. Percepção dos egressos sobre seu desempenho nas disciplinas que abordavam FMC.



Fonte. Própria.

Os dados evidenciam que 84% (16) dos egressos consideram que os seus desempenhos nas disciplinas com temáticas de FMC foram de bons a excelentes, não havendo a indicação de ruim ou péssimo nas respostas. É possível inferir deste resultado que, para os egressos, as temáticas de FMC despertaram e sensibilizaram o interesse e a importância, com impactos na autorreflexão realizada. Ademais é uma sinalização para a continuidade de tais estudos quando em sala de aula enquanto professores. Quando os egressos foram questionados sobre quais os temas relacionados à FMC com os quais mais se identificavam, obteve-se um amplo espectro temático, com destaque para Mecânica Quântica, indicada por 7 egressos, Física de Partículas e Modelos Atômicos com 5 indicações e Relatividade com 6 indicações, Outros temas mencionados pelos egressos foram Nanotecnologia e Espectroscopia com 3 indicações cada e, Cosmologia com apenas uma indicação.

Ainda considerando os dados desta questão, de natureza aberta, tem-se que os egressos indicaram dois extremos dos estudos no campo da Física, os quais mais se identificaram, sendo Mecânica Quântica e Relatividade. Nesta mesma vertente, quando questionados sobre quais os tópicos relacionados à FMC que eles não se identificavam, a maioria (53%) foi enfática em mencionar que não tinha um conteúdo referente à FMC com o qual não se identificavam, poucos deles consideraram o tópico Mecânica Quântica como o de menor afinidade. Infere-se que grande parte dos egressos tinha interesses relacionados à FMC durante a graduação, visto que os estudos de teorias contemporâneas da Física permeavam muitas das disciplinas obrigatórias a serem cursadas e também buscavam explicar problemas atuais relativos à construção científica, como tunelamento quântico, ondas gravitacionais e cosmologia, por exemplo. Este fato é ilustrado, por exemplo, em falas como: “Acredito que não teve nenhum que eu não me identifiquei. Sempre foi muito fã da parte de FMC e sempre procurei utilizá-las em todas os trabalhos que fazia” (E2); “Acredito que a Física Moderna não apresentou grandes problemas pra mim” (E16); “Me identifiquei com todas que tive o prazer de estudar” (E19).

Com este levantamento referente à afinidade dos egressos com a FMC, foi possível mapear o interesse e a importância que atribuíram ao tema. Tais análises foram importantes para que se pudesse relacionar o trabalho em sala de aula com os

interesses pessoais dos egressos, uma vez que a afinidade com temáticas de FMC pode representar interesse para o trabalho futuro em sala de aula com os alunos da Educação Básica.

A relação entre a FMC e a sala de aula: análise das ações dos egressos em sua práxis

Dos 08 (oito) egressos que atuavam como professores de Física na EB, um trabalhava no Ensino Fundamental II como professor de Química e Física (9º ano). Destes 75% (6) trabalhava em escolas públicas e não há correspondências de egressos que trabalham em escolas públicas e particulares. Destaca-se que dos egressos da Licenciatura em Física da UFTM participantes desta pesquisa, 27 no total, 19 não seguiram (ao menos não no momento da pesquisa) a carreira docente na EB, um fato a ser investigado em pesquisas futuras.

No que tange às coleções de livros didáticos adotadas pelas escolas públicas nas quais os 08 egressos atuavam, destaca-se que a coleção mais presente é a dos autores Artuso e Wrublewski (2013) (Física. Editora Positivo), presente em 4 instituições, seguida pelas coleções dos autores Fuke e Yamamoto (2013) (Física para o Ensino Médio. Editora Saraiva) e Stefanovits (2013) (Ser protagonista – Física. Editora SM), presente em 2 e 1 escolas, respectivamente. Um egresso não informou a coleção adotada por sua escola. Tais coleções, em geral, abordam a FMC a partir da História da Ciência e de tópicos de CTSA, em que esses conteúdos são expostos de forma conceitual, omitindo quase por completo as manipulações matemáticas, as quais sustentam as temáticas a serem trabalhadas. Tal omissão possa estar vinculada à complexidade dos cálculos matemáticos que grande parte desses temas possui.

As referidas coleções concentram a FMC, prioritariamente, no último volume de cada coleção, no qual os autores reservam capítulos específicos para discorrer sobre esse tema. Os temas mais recorrentes são relatividade, átomo de Bohr, dualidade onda-partícula, física de partículas, radiação de corpo negro, ondas de matéria, efeito fotoelétrico, fissão e fusão nuclear, espectroscopia e Big Bang. Destaca-se que, são poucos os momentos em que as coleções trazem a abordagem de tópicos de FMC com implicações para a compreensão do mundo contemporâneo.

Ao serem questionados sobre a importância de conteúdos de FMC no currículo do estudante de Ensino Médio (EM), sete egressos responderam em sua maioria que a FMC deve estar presente como ementa obrigatória dos currículos, sendo que apenas o Egresso 18 mencionou que apesar de não negar a importância da FMC neste nível escolar, se preocupa com os conteúdos que são mais frequentes no vestibular, explicitando que: *“Alguns conteúdos de Física Moderna são apenas interessantes [...] os alunos conhecerem do que se trata e a sua inserção na sociedade. Entretanto, dificilmente têm caído nos vestibulares com frequência”* (E18).

Esta é uma visão limitada sobre os objetivos dos estudos em nível de EM, sendo vinculada apenas a preparar os alunos para o ingresso na Universidade, em detrimento de um preparo para a vida em sociedade, pautada em posicionamentos, decisões, interpretação e participação em decisões políticas, sociais e culturais. Ou, ainda, de acordo com a LDB em seu Art. 22: *“A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores”* (Brasil, 1996).

Sobre o trabalho com FMC no EM os egressos foram enfáticos ao afirmarem que é no 3º ano do EM que mais trabalham tópicos relacionados à Física Contemporânea: seis afirmam abordar temáticas como radioatividade, natureza da luz, efeito fotoelétrico, dualidade onda-partícula, relatividade, Física Quântica, metais, isolantes, semicondutores, supercondutores, capacitores, átomo de Bohr e Cosmologia. Destaca-se um egresso que mencionou que também trabalhou pontualmente



Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

espectroscopia e ondas gravitacionais. As análises realizadas evidenciaram um espectro amplo de temas abordados pelos egressos nas turmas de 3º ano do EM.

Quando os egressos foram questionados se trabalham a FMC nas turmas do 1º ano do EM dois responderam que trabalham essa temática, porém apenas E1 especificou temas, por exemplo, a Cosmologia, com ênfase em astros celestes: *“Na primeira série do Ensino Médio eu utilizei a FMC na parte de cosmologia, para explicar astros e tudo mais. Utilizei um experimento de fazes da lua e vários vídeos de eclipses. Tento sempre trazer esses fatos para o cotidiano, utilizando das observações dos alunos no dia-a-dia e também da aula dialógica”* (E1).

Entre os demais egressos, dois não ministram aulas ao 1º ano e os quatro restantes não trabalham a FMC visto que, segundo eles, este conteúdo não estava presente no plano de ensino elaborado ou ainda, como menciona por um dos egressos: *“Não [trabalho FMC com os alunos] devido à imaturidade dos alunos em abstrações e por ser um tópico que precisaria abordar muitos conhecimentos prévios. Ex.: matemática básica, física básica, discursos de argumentação e alfabetização científica”* (E18).

Nesta mesma direção, os egressos foram questionados sobre o trabalho com FMC no 2º ano do EM. Apenas três professores responderam que trabalham a FMC com este público, sendo que E18 tem uma visão distorcida do que se configuram temáticas de FMC, ao mencionar exemplo oriundo da Termodinâmica Clássica: *“Eventualmente [trabalho] no segundo ano dá para falar o mínimo de Teoria Cinética dos Gases quando se inicia o tópico de Termodinâmica* (E18). Destaca-se a fala de E1, enfático ao afirmar que trabalha tópicos de FMC, em especial a natureza dual da luz: *“Na segunda série do Ensino Médio eu utilizei a discussão da natureza da luz para introduzir o conceito de onda, trabalhar as cores e as discussões acerca dos fenômenos da luz. Também me apoiou em experimentos, além das aulas dialógicas”* (E1).

Tais colocações permitiram traçar um panorama dos tópicos referentes à FMC que são trabalhados pelos egressos em suas práticas em sala de aula. É fato que as abordagens referentes à essa temática por parte dos egressos são pequenas em relação à quantidade de conteúdo possível de ser abordado no Ensino Médio, os quais concentram-se no 3º ano.

Apesar de os egressos reiterarem a importância da FMC nos currículos de Física, a maioria não os trabalha com os seus alunos nos 1º e 2º anos do EM. Um fato por eles justificado se dá devido fatores como: (i) conteúdo não presente na ementa dos respectivos anos, (ii) falta de entendimento dos conceitos físicos por parte dos alunos (abstração) e (iii) falta de abordagens nos livros de 1º e 2º ano aprovados pelo PNLD.

No que tange aos conteúdos não estarem presentes nas ementas dos primeiros anos do EM, entende-se que o professor é o agente mais capaz para (re)pensar as abordagens trabalhadas em sala de aula, de modo que os alunos consigam se interessar pela Física e compreendê-la, inclusive em seu cotidiano imediato. Sobre a dificuldade dos alunos em relação aos estudos da Física, é sabido que esta componente curricular é considerada difícil, seja pela alta concentração de cálculos matemáticos ou pela necessidade de trabalhar com conceitos abstratos.

No entanto, compreende-se que uma das formas de enfrentar esta dificuldade esteja em atrelar os conteúdos de ensino ao contexto vivencial do aluno, de modo que o processo de construção do conhecimento faça sentido no momento em que se aprende. Por fim, a percepção enunciada pelos egressos sobre a falta de abordagens nos livros de 1º e 2º ano aprovados pelo PNLD corrobora análises que realizamos de coleções aprovadas no PNLD (2015-2017) (Brasil, 2014), a qual evidencia uma concentração de tópicos de FMC nos últimos volumes das coleções.



Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la
formación de profesores.

Contudo, apesar de os egressos mencionarem que o trabalho com tópicos de FMC estejam centrados no 3º ano do EM, percebe-se que ainda é ínfimo este trabalho, abarcando poucas temáticas. Este fato vai de encontro com a formação inicial que tiveram visto que há uma carga horária expressiva dedicada aos estudos de FMC no curso de Licenciatura em Física da UFTM. Neste contexto, é oportuno ressaltar que as análises realizadas a partir do PPC do curso apontaram que todos os temas explicitados pelos egressos no trabalho com seus alunos estão presentes nas disciplinas do curso de formação inicial que realizaram. Há exceção, no entanto, para a temática “ondas gravitacionais”, enunciada por um egresso e que não faz parte de ementa do curso. Este é um achado interessante e que nos leva a (re)pensar o percurso formativo dos licenciados em Física e, também, as relações Universidade-Escola, egresso-professor. Ademais, a comparação com os livros didáticos adotados pelas escolas, uma vez que praticamente todas as coleções também concentram a FMC nos volumes referentes ao 3º ano do Ensino Médio, não abordam ou abordam superficialmente a FMC nos outros dois volumes da coleção.

Conclusões

As análises evidenciaram que o curso de Licenciatura em Física da UFTM apresenta amplamente a FMC em seus componentes curriculares, o que vem a favorecer o ensino-aprendizagem desta temática pelos futuros professores. No entanto, os egressos que atuam na EB, 08 no total, têm trabalhado ínfimamente tópicos de FMC com seus alunos, estando os trabalhos concentrados nas turmas de 3º ano do EM. As justificativas para não se trabalhar nos outros anos pautaram-se no fato de os conteúdos não estarem presentes na ementa dos respectivos anos, pela imaturidade dos alunos em aprender tópicos abstratos e pela falta de materiais (livros) com temáticas de FMC para trabalhar nos 1º e 2º anos do EM. Esta última colocação encontra respaldo na literatura (Colombo Junior, 2014), de que apesar de muitos livros didáticos trazerem tópicos de FMC, não é incomum que as abordagens se coloquem como inadequadas para o contexto brasileiro, repetindo-se as mesmas dificuldades vivenciadas à época dos grandes projetos de Ensino de Física (PSSC, Harvard, PEF, entre outros).

Destaca-se que há uma concordância entre os egressos que atuam na EB de que a FMC tem importância para os alunos desse nível de ensino, porém verifica-se que os egressos sinalizam que realizaram trabalhos com a FMC de modo superficial com os alunos, sendo esta uma necessidade a ser focalizada no processo de formação inicial e continuada de professores, de modo que lhes sejam proporcionadas vivências para que pensem em práticas educativas voltadas a este fim. Por fim, torna-se evidente nas colocações dos egressos de que, na práxis de sala de aula, pouco tem sido abordado sobre as temáticas de FMC, apesar de demonstrarem conhecimentos sobre os conteúdos e estes estarem presentes nos livros didáticos aprovados pelo PNLD. Conclui-se que tais fatores não têm sustentado a efetiva inclusão de tópicos de FMC em sala de aula, sendo necessárias mais reflexões sobre o tema no âmbito da escola, da pesquisa em ensino e/ou na formação inicial ou continuada de professores.

Referências

Artuso, A. R., & Wrublewski, M. (2013). *Física*. Curitiba: Positivo.

Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.

Brasil. (1996). *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB*. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Ministério da Educação. Brasília. Recuperado de <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70320/65.pdf>



Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

- _____. (2013). *Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica*. Secretaria de Educação Básica, Ministério da Educação. Brasília. Recuperado de <https://bit.ly/3rMg8Xn>
- _____. (2014). *Guia de livros didáticos: PNLD 2015: Física: Ensino Médio*. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Brasília. Recuperado de <https://bit.ly/3aQSwdc>
- _____. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Ministério da Educação, Brasília. Recuperado de http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf
- Costa, M., & Batista, I. L. (2017). Noções de alunos do Ensino Médio a respeito da estrutura da matéria: investigação de uma abordagem histórico-didática para o ensino de Física de Partículas. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 12(2), 41-62. <http://www.scielo.org.ar/pdf/reiec/v12n2/v12n2a04.pdf>
- Colombo Junior, P. D. (2014). *Inovações curriculares em ensino de física moderna: investigando uma parceria entre professores e centro de ciências*. Tese de Doutorado em Ensino de Física, Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Fuke, I. F., & Yamamoto, K. (2013). *Física para o Ensino Médio*. São Paulo: Saraiva.
- Laville, C., & Dionne, J. (1999). *A construção do saber: manual de metodologia de pesquisa em ciências humanas*. Belo Horizonte: UFMG.
- Leite E. A. P., Ribeiro, E. da S., Leite, K. G., & Uliana, M. R. (2018). Alguns desafios e demandas da formação inicial de professores na contemporaneidade. *Educação & Sociedade*, 39(144), p.721-737. <https://doi.org/10.1590/es0101-73302018183273>
- Machado, D. I., & Nardi, R. (2003). Avaliação do Ensino da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, In *IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Bauru, Recuperado de <http://abrapecnet.org.br/enpec/iv-enpec/painel/PNL085.pdf>
- Pagliarini, C. R., & Almeida, M. J. de (2016). Leituras por alunos do ensino médio de textos de cientistas sobre o início da física quântica. *Ciência & Educação*, 22(2), 299-317. <https://doi.org/10.1590/1516-731320160020003>
- Terrazzan, E. (1994). *Perspectivas para a inserção de física moderna na escola média*. Tese de Doutorado em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Universidade Federal do Triângulo Mineiro (2010). *Projeto Pedagógico Curso de Graduação em Física – Licenciatura*. Curso de licenciatura em física. Recuperado de <http://www.uftm.edu.br/fisica>