

EM QUE MEDIDA A TEMÁTICA DE RAIOS CÓSMICOS VEM SENDO TRABALHADA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES?

TO WHAT EXTENT IS THE TOPIC OF COSMIC RAYS BEING DISCUSSED IN TEACHER EDUCATION?

Harumi Adriane Hiraichi¹, Gabriel de Souza Costa Silva², Valmir Galvão Fragozo³, Márlon Caetano Ramos Pessanha⁴, Nilva Lúcia Lombardi Sales⁵

¹Instituto de Física de São Carlos/USP, harumihiraichi97@gmail.com

²Universidade Federal de São Carlos, gabriel.scsilvaa@gmail.com

³Universidade Federal de São Carlos, valmir.fragozo@estudante.ufscar.br

⁴Universidade Federal de São Carlos/DME, pessanha@ufscar.br

⁵Universidade Federal de São Carlos/DME, nilvasales@ufscar.br

Resumo

O trabalho aborda a relevância do ensino da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio, destacando a necessidade de incorporar temas como raios cósmicos nas práticas pedagógicas. A discussão sobre a inserção da FMC nas escolas teve início em meados de 1990, contudo, ainda nos deparamos com a dificuldade em encontrar trabalhos que discutem resultados de aplicações reais. Dessa forma, destacamos também, a escassez de trabalhos que abordam a formação de professores em relação aos raios cósmicos. O Estado do Conhecimento realizado, analisou artigos publicados em periódicos de Ensino de Ciências/Física até o ano de 2022. Foram encontrados 17 artigos, predominantemente focados em aspectos históricos e experimentais dos raios cósmicos. A categorização dos artigos revelou três principais grupos: Contexto e Desenvolvimento Histórico (CDH), Propostas Didáticas (PD) e Materiais de Apoio (MA). No entanto, nota-se a ausência de trabalhos que se concentram na formação de professores. A análise temporal dos artigos evidencia uma inconsistência no número de publicações ao longo dos anos, com artigos sendo publicados apenas a partir de 2007. A falta de enfoque na formação docente e a predominância de abordagens históricas e experimentais sugerem uma lacuna na produção acadêmica relacionada ao ensino de raios cósmicos. A pesquisa aponta para a necessidade de estudos que explorem a percepção e prática dos professores em sala de aula, visando compreender por que esses temas não são amplamente discutidos. Assim destacamos a importância de direcionar futuras investigações para preencher essa lacuna e fornecer subsídios efetivos para a formação de professores, tanto inicial quanto continuada, no contexto da FMC relacionada a raios cósmicos.

Palavras-chave: Formação de Professores; Raios Cósmicos; Física Moderna e contemporânea; Ensino de Física.

Abstract

The work addresses the relevance of teaching Modern and Contemporary Physics (MCP) in high school, highlighting the need to incorporate topics such as cosmic rays into pedagogical practices. The discussion about the insertion of MCP in schools

began in the mid-1990s, however, we still face the difficulty in finding works that discuss results from real applications. In this way, we also highlight the scarcity of works that address teacher education in relation to cosmic rays. The State of Knowledge carried out analyzed articles published in Science/Physics Teaching journals until the year 2022. 17 articles were found, predominantly focused on historical and experimental aspects of cosmic rays. The categorization of articles revealed three main groups: Context and Historical Development (CHD), Teaching Proposals (TP) and Support Materials (SA). However, there is a lack of work that focuses on teacher education. The temporal analysis of the articles highlights an inconsistency in the number of publications over the years, with articles being published only since 2007. The lack of focus on teacher training and the predominance of historical and experimental approaches suggest a gap in academic production related to teaching cosmic rays. The research points to the need for studies that explore the perception and practice of teachers in the classroom, aiming to understand why these topics are not widely discussed. Thus, we highlight the importance of directing future investigations to fill this gap and provide effective support for teacher training, both initial and continued, in the context of MCP related to cosmic rays.

Keywords: Teacher Education; Cosmic Rays; Modern and Contemporary Physics; Physics Education.

Introdução

A discussão sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio (EM) se mostra como sendo de grande pertinência. Os primeiros trabalhos na área buscavam justificar a relevância do ensino de FMC na Educação Básica, como podemos observar em Terrazan (1992), por exemplo, e nas discussões de Pinto e Zanetic (1999), que já nos alertava no fim do século XX que a Física nele desenvolvida ainda não chegava nas escolas. Segundo os autores, é necessária uma transformação no Ensino que contemple a Física que surge para explicar os fenômenos não compreendidos pela Física Clássica, culminando numa nova visão de mundo. Ostermann e Moreira (2000), além de sistematizar as justificativas, evidenciaram, em seus resultados, um crescente número de trabalhos relacionados à inserção da FMC no EM. Mais tarde, essas justificativas passam a ser incluídas e discutidas pela primeira vez em documentos oficiais com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que versam sobre a importância de conhecer o tema por estar relacionado aos aparatos tecnológicos mais atuais. A partir desse ponto, a FMC começa a aparecer na literatura, principalmente, em discussões sobre o “como fazer”. Dessa forma, podemos observar em Marques *et al.* (2019) que grande parte dos trabalhos publicados desde então se voltam para a sugestão de sequências

didáticas e atividades relacionadas à FMC e não para a aplicação, de fato, das mesmas em situações reais.

Uma outra abordagem para a inserção da FMC no EM é considerar os desejos dos discentes, os quais vão ao encontro dos tópicos abordados dentro da FMC, como aponta Oliveira *et al.* (2007), ao relatar ser comum que nas aulas de física os alunos tragam discussões atuais apresentadas pela mídia ou que estão presentes no cotidiano. Uma das muitas abordagens possíveis para tópicos mais recentes como a evolução do universo, *Big Bang*, radioatividade e relatividade é partir da análise dos raios cósmicos. Esse tema também remete a pesquisa brasileira, sendo César Lattes, físico brasileiro, um dos expoentes no campo da física de partículas e raios cósmicos. Entretanto, de acordo com D'Agostin (2008), não basta que saibamos que a FMC deva ser implementada no EM, deve haver um olhar para o professor e sua formação, visto que eles não se sentem de fato preparados a ministrar as aulas devido a algumas lacunas na formação inicial e a falta de cursos de qualidade de aperfeiçoamento. A carga excessiva de aulas também se mostra um agravante em relação a formação continuada.

Dessa forma, objetivamos, neste trabalho, verificar o “estado do conhecimento” das publicações sobre raios cósmicos que se relacionem com a formação de professores em periódicos importantes da área de Ensino de Ciências/Física.

Processo Metodológico

Esta é uma pesquisa de natureza qualitativa marcada pelo Estado do Conhecimento, o qual configura uma revisão sistemática da literatura visando elencar as produções sobre raios cósmicos e a relação destes com a formação de professores, seja ela inicial ou continuada. Esse tipo de revisão envolve um estudo de cada elemento selecionado a fim de “avaliar a qualidade deles, identificar conceitos importantes, comparar as análises estatísticas apresentadas e concluir sobre o que a literatura informa em relação a determinada intervenção” (Sampaio e Mancini, 2007, p.1), para então apontar lacunas na área.

A busca foi feita em todas as edições até 2022 de alguns dos principais periódicos¹ da área de ensino de Física/Ciências. Dentro do respectivo *site* de cada um desses

¹ Revista Brasileira de Ensino de Física; Caderno Brasileiro de Ensino de Física; Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências; Investigações em Ensino de Ciências; Experiências em Ensino de Ciências; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.

periódicos, examinamos cada edição buscando por artigos que se referissem a Raios Cósmicos, câmara de nuvens e partículas elementares no título ou no texto. No total foram encontrados 17 artigos, conforme mostrados no quadro a seguir:

Quadro 1: Trabalhos analisados

Título	Autores	Informações	Código
Revista Brasileira de Ensino de Física			
A câmara de nuvens como estratégia pedagógica para o ensino de raios cósmicos.	CABRAL, R. B. S. et al.	V. 44, p. e20210397, 2022	01
Estudo de raios cósmicos utilizando uma câmara de nuvens de baixo custo.	LAGANA, C.	v. 33, n. 3, p. 3302, jul. 2011	02
Gleb Wataghin e a pesquisa sobre os chuueiros penetrantes de raios cósmicos em São Paulo (1939–1949)	STUDART, N.; LEIGUI DE OLIVEIRA, M. A.	v. 44, p. e20220151, 2022	03
Raios cósmicos e a heliosfera.	OLIVEIRA, A. G. I. DE .; ROCKENBACH, M.; PACINI, A. A.	v. 36, n. 2, p. 1–13, jan. 2014.	04
Mecanismos de limitação da energia de raios cósmicos durante sua propagação.	BANDEIRA, Y. B.; MACKEDANZ, L. F.	v. 41, n. 4, p. e20190118, 2019.	05
A descoberta dos raios cósmicos ou o problema da ionização do ar atmosférico.	BUSTAMANTE, M. C.	v. 35, n. 2, p. 2603, abr. 2013.	06
César Lattes e as técnicas de produção e detecção de mésons: a prática científica como objeto histórico.	TAVARES, H.; GURGEL, I.; VIDEIRA, A. A. P.	v. 42, p. e20200330, 2020.	07
“Mas seja tudo pelo bem da física”: aspectos da trajetória científica de Francisco Xavier Roser, SJ (1904-1967).	NOBRE, B.; VIDEIRA, A. A. P.	v. 40, n. 2, 2018.	08
As passagens de César Lattes e de Leite Lopes pela Ilha do Fundão.	BARROS, F. DE S.	v. 35, n. 4, p. 1–6, out. 2013.	09
Luiz Freire: semeador de vocações científicas.	VIDEIRA, A. A. P.; VIEIRA, C. L.	v. 35, n. 2, abr. 2013.	10
O papel das emulsões nucleares na institucionalização da pesquisa em física experimental no Brasil.	VIEIRA, C. L.; VIDEIRA, A. A. P.	v. 33, n. 2, p. 2603, abr. 2011.	11
Medida da vida média do múon.	FAUTH, A. C.; GROVER, A. C.; CONSALTER, D. M.	v. 32, n. 4, p. 4502-1-4502-7, out. 2010.	12
Demonstração experimental da dilatação do tempo e da contração do espaço dos múons da radiação cósmica.	FAUTH, A. C. et al.	v. 29, n. 4, p. 585–591, 2007.	13
Cosmic rays: bringing messages from the sky to the Earth's surface.	PACINI, A. A.	v. 39, n. 1, 2017.	14
Caderno Brasileiro de Ensino de Física			
Uma proposta de sequência didática para trabalhar a natureza da ciência: a pesquisa brasileira sobre raios cósmicos.	TSCHÄ, H.; CARMO, B. do	v. 39, n. 1, p. 151–173, 2022	15
A câmara de nuvens: uma abordagem integrada entre a Física Clássica e a Física Moderna	PINHEIRO, A	v. 32, n. 2, p. 517–528, 2015	16

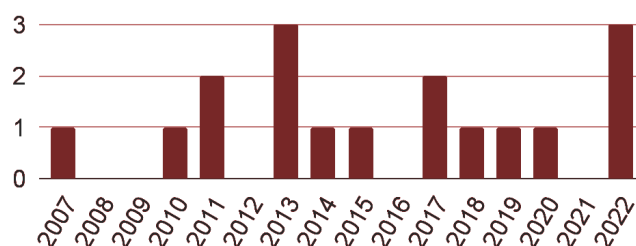
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências			
Discursos sobre Física Contemporânea no Ensino Médio a partir da Leitura de Textos de Divulgação Científica.	SILVA, W. M. da; ZANOTELLO, M.	v. 17, n. 1, p. 45–74, 2017	17

No processo de busca, o banco de artigos foi constituído após a leitura de títulos e resumos e do trabalho na íntegra para os casos em que houve dúvida. Em seguida, os artigos foram categorizados a partir da leitura de cada um deles, e assim, chegamos às categorias que serão discutidas na próxima sessão.

Resultados e discussões

Primeiramente organizamos o escopo de trabalho a partir dos anos de publicação. Abaixo segue um gráfico da distribuição desses artigos por ano de publicação até o ano de 2022.

Figura 1: Distribuição dos artigos por ano de publicação.



Podemos observar, na Figura 1, que mesmo após as discussões e justificativas sobre a inserção da FMC no EM e, também, a menção a ela no PCN, o primeiro trabalho sobre raios cósmicos aparece apenas em 2007 com um artigo de demonstração experimental da dilatação do tempo.

Consideramos também, que a quantidade de publicações encontrada, se relacionada com o período de busca, se mostrou insatisfatória, pois o gráfico mostra um aumento inconsistente nas publicações, já que por vários anos tivemos apenas um artigo publicado. Contudo, compreendemos que a lacuna do ano de 2021 pode ser referente ao período de pandemia e quarentena que vivenciamos mais fortemente em 2020.

A partir da leitura dos artigos na íntegra, notamos que nenhum dos trabalhos possuíam como foco a formação inicial ou continuada de professores. O que evidencia a escassez de trabalhos nessa área de pesquisa, realçando que existe uma fragilidade na produção acadêmica que visa o desenvolvimento profissional do docente por completo, ou seja, tanto a formação inicial quanto a continuada.

Ademais, segmentamos os trabalhos em algumas categorias que perpassam a formação dos professores. As categorias são: Contexto e Desenvolvimento Histórico (CDH, 43%), Propostas Didáticas (PD, 33%) e Materiais de Apoio (MA, 24%).

Contexto e Desenvolvimento Histórico (CDH): 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 14

Nessa categoria foram elencados os artigos que possuem foco no contexto histórico e podem abranger relatos que destacam figuras históricas e marcos importantes no desenvolvimento da pesquisa sobre raios cósmicos. Em sua maioria, há uma descrição sobre os anos iniciais da pesquisa sobre a ionização do ar atmosférico e como foi o avanço até chegar em conclusões sobre a existência de raios cósmicos. Há também os artigos que mencionam a relevância dos trabalhos de César Lattes ([7], [9], [11]), e outros pesquisadores brasileiros que foram importantes no desenvolvimento da pesquisa do tema aqui no Brasil, como o físico e padre jesuíta Francisco Xavier Roser, além de José Leite Lopes e Luiz Freire ([8], [9], [10]).

Propostas Didáticas (PD): 1, 2, 12,13, 15, 16 e 17.

Nessa categoria, os artigos que possuem propostas didáticas, tanto para ensino básico quanto para a graduação. Na maioria dos casos, foram utilizadas técnicas experimentais, instrumentação ou métodos, para estudar e analisar os conceitos de raios cósmicos em sala de aula. Este uso da experimentação se torna tópico do artigo [11], que busca uma explicação do porquê a técnica de Emulsões nucleares foi usada por tantos anos no Brasil. Além disso, é notável que em boa parte das sequências didáticas do ensino de raios cósmicos, ocorre a utilização da câmara de Nuvens, conhecida também por câmara de Wilson. Como por exemplo os artigos [1], [2] e [16], que mostram a construção e análise da física envolvida na câmara de nuvens e sua utilização para detecção de raios cósmicos, utilizando as concepções de metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em projetos.

Já os artigos [12] e [13] envolvem propostas didáticas para o ensino superior, com um roteiro de experimentação para a medição da vida média do múon, dificilmente aplicadas ao EM justamente por possuírem pré-requisitos teóricos nos conceitos de relatividade restrita e no modelo padrão de partículas, além de apresentarem uma matemática complexa em suas deduções teóricas. Esses dois últimos artigos apresentam uma alternativa à câmara de nuvens, o tanque de Cherenkov, para detecção desses múons.

Materiais de Apoio (MA): 4, 5, 6, 11 e 14.

Nessa categoria, os artigos que abordam temas especializados relacionados a raios cósmicos, oferecem informações detalhadas que podem ser úteis para professores que desejam aprofundar no conteúdo ou conhecer determinada linha de pesquisa relacionada ao tema, como os artigos [4] e [14] que mostram os conceitos físicos envolvidos na identificação das informações carregadas pelas partículas secundárias do Chuveiro Atmosférico Extenso (CAE) e evidenciam como esses métodos servem como ferramentas para estudos da Física Espacial, Solar e Atmosférica. Os artigos [5], [6] e [11], já classificados como artigos que apresentam uma revisão histórica importante sobre o entendimento do assunto, também apresentam discussões mais aprofundadas sobre tópicos complementares dos conceitos de raios cósmicos, que auxiliam a completar lacunas no entendimento do tema para professores e servem como material de consulta para ingressantes na área, interessados em compreender alguns dos processos básicos sobre raios cósmicos.

Considerações finais

Percebeu-se que apesar das justificativas de inserção da FMC serem alvos de artigos há cerca de duas décadas e documentos oficiais estimularem a apresentação desses temas no EM, estudos com propostas de ensino relacionados a raios cósmicos ainda estão em escassez em importantes revistas de ensino de física do país. Claro que devemos considerar que existem outros temas da FMC mais presentes na literatura, mas aquele é um tema que tem relação com personagens brasileiros, por isso consideramos sua importância.

É notável que desde as primeiras publicações encontradas nos periódicos sobre o tema de raios cósmicos, a maioria delas estão preocupadas em apresentar um desenvolvimento histórico sobre o tema, muitas vezes com o argumento de fornecer subsídios ao professor para uma abordagem em sala de aula ou introdução a alguma linha de pesquisa, o que parece ser um indicativo da necessidade de reforçar a formação de professores para que possam incluí-lo em suas aulas. Com isso, a literatura se torna escassa em relação a materiais voltados ao ensino básico.

Menos da metade dos trabalhos encontrados possuem uma relação com propostas de ensino sobre raios cósmicos, mesmo que aplicados em sala de aula, como em [1]

e [2]. Nenhum dos artigos traz uma discussão qualitativa sobre os aspectos de aprendizagem dos estudantes, apenas fazem uma análise em relação ao aparato experimental.

Diante disso, a falta de trabalhos que relacionem raios cósmicos com o ensino de física é apenas um reflexo da limitada abordagem sobre o tema no ensino básico, que por consequência, gera carência em materiais voltados para a formação de professores, seja inicial ou continuada. Se considerarmos a importância de ter esse tema na sala de aula, a sugestão é que, assim como Marques (2019) ressalta, os próximos estudos devem se voltar aos professores, averiguando se de fato eles não discutem esse tema em sala de aula e/ou porque não discutem. Além disso, outro desafio que merece ser investigado é como os professores em exercício ou formação podem acessar tais pesquisas para incorporá-las ou adaptá-las a sua prática.

Este trabalho teve apoio da FAPESP (2021/01089-1).

Referências

- D'AGOSTIN, A. **Física moderna e contemporânea**: com a palavra professores do ensino médio. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, p. 90, 2008.
- MARQUES, T. C. de F.; et al. Ensino de física moderna e contemporânea na última década: revisão sistemática de literatura. **Scientia Plena**, [S.L.], v. 15, n. 7, p. 1-8, 9 ago. 2019.
- OLIVEIRA, F. F.; VIANNA, D. M.; GERBASSI, R. S. Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 447-454, 2007.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física moderna e contemporânea no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 23-48, 2000.
- PINTO, A. C.; ZANETIC, J. É possível levar a física quântica para o ensino médio? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo - Sp, v. 16, n. 1, p. 7-34, abr. 1999.
- SAMPAIO, R.; MANCINI, M.. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 11, n. 1, p. 83–89, jan. 2007.
- TERRAZZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola do 2º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Santa Catarina, v. 9, n. 3, p. 209-214, dez. 1992.