

EMPODERAMENTO FEMININO NA FÍSICA QUÂNTICA: A HISTÓRIA DE MULHERES PIONEIRAS

WOMEN'S EMPOWERMENT IN QUANTUM PHYSICS: THE STORY OF TRAILBLAZING WOMEN

Micaele Silva dos Santos¹, Rafaelle da Silva Souza²

¹ Instituto Federal da Bahia/Curso Técnico em Mecânica/ micaele142005@gmail.com

²Instituto Federal da Bahia/ Departamento de Física/ rafaellesilva@ifba.edu.br

Resumo

Este projeto visa investigar a participação de mulheres cientistas no desenvolvimento da Física Quântica, analisando as dificuldades enfrentadas e suas contribuições para superar a desigualdade de gênero. Explora-se o conceito de empoderamento feminino, destacando as notáveis contribuições de mulheres na Física Quântica no século XX. A pesquisa abrange os trabalhos apresentados no Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF). A seleção dos artigos a serem analisados será feita por meio da biblioteca digital SciELO e dos Anais dos eventos mencionados. A ausência de reconhecimento das pesquisadoras e suas relevantes contribuições científicas para a Física Quântica destaca a necessidade urgente de promover uma divulgação científica capaz de aumentar a visibilidade da presença feminina nas ciências naturais.

Palavras-chave: Mulheres; Física Quântica; Desigualdade de gênero.

Abstract

This project aims to investigate the participation of women scientists in the development of Quantum Physics, analyzing the challenges faced and their contributions to overcoming gender inequality. The concept of women's empowerment is explored, highlighting the notable contributions of women in Quantum Physics in the 20th century. The research covers papers presented at the National Symposium on Physics Education (SNEF) and the Physics Education Research Meeting (EPEF). The selection of articles to be analyzed will be made through the SciELO digital library and the proceedings of the mentioned events. The lack of recognition of researchers and their relevant scientific contributions to Quantum Physics highlights the urgent need to promote scientific dissemination capable of increasing the visibility of the female presence in the natural sciences.

Keywords: Women; Quantum Physics; Gender inequality.

Introdução

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio promove uma abordagem mais contextualizada e interdisciplinar para todas as disciplinas,

incluindo a Física (BRASIL, 2018). Essa mudança reflete a compreensão de que os estudantes aprendem melhor quando podem relacionar os conceitos abstratos a situações reais e quando veem as conexões entre diferentes áreas do conhecimento.

Na disciplina de Física, essa abordagem significa que os conteúdos não são ensinados de forma isolada, mas sim integrados a contextos relevantes para os estudantes. Além disso, a interdisciplinaridade permite que os estudantes vejam como os princípios da Física se aplicam em outras áreas do conhecimento, como Matemática, Biologia, Química, Geografia e até mesmo em disciplinas mais humanísticas, como Filosofia e História. Isso ajuda a promover uma compreensão mais ampla e profunda dos conceitos físicos, além de desenvolver habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas.

Corroborando com as novas diretrizes, os PCNs sugerem que “... a Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos” (BRASIL, 2002, p. 2). Ao especificar o cenário para a inserção da Física Moderna em sala de aula, este campo ainda tem muito a ser explorado (PINTO e ZANETIC, 1999).

Essas discussões desencadeiam diversas transformações no processo de ensino. É o caso da ocupação de mulheres na Física. De acordo com Santos e Figuerôa (2018, p. 1) “nas últimas duas décadas, diversos estudos se debruçaram sobre a questão da presença feminina nas ciências exatas, em especial nas áreas intituladas STEM (*Science, Technology, Engineering & Mathematics*) que são Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, visando a compreender as razões para sub-representação feminina nestas áreas, seja em nível de graduação ou na progressão na carreira”. Desse modo, busca-se investigar a presença feminina no Ensino de Física dentro da subárea da Física Quântica, que já traz uma invisibilidade dentro da própria sala de aula no que diz respeito a aprendizado e prática da disciplina e também pela invisibilidade com mulheres que fizeram história dentro dessa área, identificando os avanços no processo de superação da desigualdade de gênero.

Objetiva-se traçar um panorama quanto a presença de pesquisadoras e cientistas citadas nos trabalhos apresentados no Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) na área de Ensino de Física Quântica identificando através da consulta aos trabalhos as dificuldades e avanços na conquista da ocupação de um espaço equitativo.

Empoderamento feminino na área das ciências exatas

A representatividade da mulher na área de ciências exatas – é importante notar que a classificação das disciplinas em “ciências exatas” e “ciências naturais” é frequentemente uma convenção acadêmica e pode variar de acordo com o contexto cultural e histórico – precisa ser fortalecida, bem como se faz necessário modificar o pensamento como sendo algo estereotipado voltado apenas ao gênero masculino. Entre outros aspectos, conforme diz Coutinho, Morcelle e Fontes, tem-se que

a pouca representatividade de mulheres nas ciências exatas está relacionada a predominante ideologia de uma ciência caracterizada pela neutralidade e racionalidade. Além disso, existem alguns estereótipos como, cientista ser homem, branco, heterossexual, ocidental, de classe média para alta, não detentor de necessidades especiais, deste modo, aqueles que não correspondem a este modelo idealizado acabam não se reconhecendo no ofício. (COUTINHO; MORCELLE; FONTES, 2021, p. 2).

Apesar dessas questões a ocupação feminina na área de ciências exatas vem crescendo, embora as mulheres continuem sendo minoria. Segundo Prudente (2021, p.01) “a participação feminina cresceu ao longo dos anos nas áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM, do inglês Science, Technology, Engineering e Mathematics). Porém, dados do projeto Open Box da Ciência, do Instituto Serrapilheira, apontam que no Brasil os homens ainda são maioria nas Engenharias (74%) e nas Ciências Exatas e da Terra (69,9%)”.

Outra questão que pode ser pontuada é que o Prêmio Nobel em Física, com 128 anos de existência, de 1895 a 2023, 117 premiações, 224 pessoas contempladas, mas apenas 5 mulheres laureadas (Figura 1), resultando em menos de 3% do total de premiações.

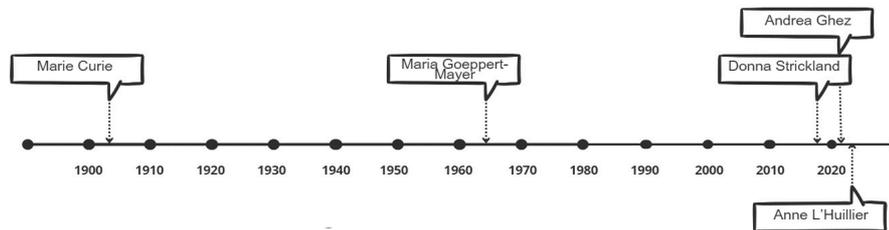


Figura 1: Mulheres laureadas com o prêmio Nobel em física

Fonte: Autoria própria

Esse baixo número não é por falta de indicações de mulheres que fizeram descobertas ou inventaram algo importante no campo da Física, uma vez que houve 94 indicações envolvendo 9 mulheres (FIGUEIRA et al. 2021). O Quadro 1 a seguir, construída com dados do Nobel, mostra que várias mulheres são indicadas e inúmeras vezes, mas, claramente, como indica a Figura 1, poucas são laureadas. Nesse contexto, considerando os progressos, carreira e a participação das físicas no país que ainda avançam lentamente, buscou-se por explorar a área da Física Quântica para trazer representatividade a área de Física.

Cientista	Área de Pesquisa	Indicações
Marie Curie	Radioatividade	3
Irène Joliot-Curie	Radioatividade artificial	15
Lise Meitner	Física nuclear	29
Marietta Blau	Câmaras de bolhas	4
Hertha Wambacher	Espectrometria de massa	1
Maria Goeppert-Mayer	Estrutura nuclear	26
Dorothy Crowfoot Hodgkin	Estrutura de proteínas	8
Chien-Shiung Wu	Física experimental	7
Margaret Burbidge	Astrofísica	2

Quadro 1: Mulheres indicadas ao prêmio Nobel em física

Fonte: Autoria própria

É importante aproximar essa discussão do ensino médio e mostrar que as mulheres tiveram uma atuação importante, embora muitas vezes também invisível no processo de ensino e aprendizagem. Objetiva-se que essas discussões contribuam para a implementação de políticas que eliminem as barreiras e os estereótipos, bem como torne a presença de mulheres na Física visível.

Materiais e Métodos

Frente a breve revisão da literatura, tornou-se evidente a necessidade de estudar sobre a presença das mulheres no ensino de física e levantar as principais contribuições publicadas acerca desse tema, bem como averiguar as

potencialidades da presença feminina no ensino para superação da desigualdade de gênero a partir do exemplo das mulheres na área da Física Quântica.

Para isso, temos como objetivo analisar as publicações no período de 2011 a 2022 relativas a essa área nos dois maiores eventos nacionais que contemplam o ensino de Física, sendo eles o SNEF e o EPEF. Os artigos encontrados foram categorizados e analisados a partir do método de análise de conteúdo (Bardin, 2011).

Resultados e Discussão

A partir da seleção de trabalhos, por meio de uma pré-análise, com o objetivo de iniciar a organização do material, observou-se os textos encontrados (Quadro 2). Os trabalhos encontrados foram quantificados de acordo com cada palavra-chave e quanto a autoria – se escrito por mulheres.

Encontro	Ano	Mulheres	Quântica	Escrito por mulheres
EPEF	2012	0	1	0
	2014	1	3	4
	2016	-	-	-
	2018	1	3	4
	2020	6	7	10
	2022	2	4	5
SNEF	2011	-	-	-
	2013	1	1	1
	2015	1	7	5
	2017	3	6	7
TOTAL	2019	3	7	9
	2021	11	9	18
		29	48	63

Quadro 2 – trabalhos encontrados nos sites dos encontros EPEF e SNEF. Fonte: Dados da pesquisa.

No processo de exploração do material, aplicados critérios de exclusão e inclusão, restou-se para análise em totalidade os textos indicados no Quadro 3.

Encontro	Exclusão	Inclusão	Selecionados
EPEF	28	01	A29
SNEF	49	10	A2, A5, B2, B7, B11, B12, B14, B17, B25, B29
Total	77	11	

Quadro 3 – trabalhos excluídos e incluídos na revisão
Fonte: Dados da pesquisa.

Aplicados os critérios de exclusão “textos que não são voltados para o nível médio” e inclusão “textos voltados a nível médio com proposta didática ou material didático”, restou-se para análise na íntegra 11 trabalhos. Entre eles, apenas 01 (um) trabalho foi derivado do EPEF do ano de 2022 e 10 (dez) derivados do SNEF dos anos (2015, 2017, 2019, 2021) que estão dentro da proposta específica desta pesquisa. A leitura em profundidade dos 11 trabalhos restantes revela que na última década há uma preocupação com a presente temática e a crescente busca pelo empoderamento feminino, mas ainda muito insipiente.

Desses 11 trabalhos, 08 tem em sua autoria mulheres, um percentual de 72,73%, o que evidencia, dentro da análise dos dados obtidos por esta pesquisa, a ocupação de espaço na escrita acadêmica por mulheres de forma significativa. De modo geral, observa-se que dos 11 trabalhos analisados, 100% possuem uma preocupação com propostas experimentais envolvendo a física moderna. Infere-se que inserir experimentos na sala de aula é algo que tem despertado interesse nos alunos, estratégia de apresentação da disciplina de forma prazerosa.

Não se observa citações consideráveis sobre mulheres que contribuíram para a Física Quântica. Dos trabalhos analisados que mencionam as contribuições das mulheres na Física, há rápidas menções as físicas Shiung Wu ou Goeppert-Mayer sem que haja um conteúdo aprofundado. Há uma exceção quanto ao trabalho “Lise Meitner e a Fissão Nuclear: gênero, Nobel e História da Ciência para as aulas de Física” que conta um pouco de sua participação no desenvolvimento da Física.

Desse modo, tanto na categoria geral “mulheres na física” quanto na área específica de “física quântica”, há um baixo incentivo a discussão das contribuições das mulheres em sala de aula. Do total de 77 trabalhos, apenas 12 citam as cientistas da física em geral, ou seja, 15,6%. Quanto a essa perspectiva como possibilidades para o ensino médio é percebido apenas 1 (um) trabalho, reduzindo o percentual para 8,3%. Essa ausência na literatura sobre cientistas mulheres, de acordo com Borsatto e Martins (2022), reflete no ensino, inclusive nos livros didáticos que ainda trazem figuras estereotipadas.

Por fim, salientamos que apenas a menção aos nomes de cientistas, sem história e contextualização, de forma resumida ou rápidas citações acaba por não contribuir para o real empoderamento feminino. Espera-se que apesar das barreiras

impostas às mulheres, e desafiando todos aqueles que duvidavam da competência feminina, seja evidenciado aquelas mulheres que alcançaram o status de grandes cientistas, bem como avançar para ultrapassar a invisibilidade contida na ciência. Ainda, é possível que essa pesquisa contribua para traçar novos caminhos e espaços criados para as próximas gerações, incentivando meninas e mulheres a explorarem as áreas STEM, em particular o campo da Física Quântica.

Considerações

É preciso fortalecer ações afirmativas, objetivando a ocupação de mulheres no Curso de Física e no avanço da ciência de um modo geral, pois mesmo com a crescente presença de mulheres em cargos ligados à área de ciências, ainda temos uma baixa representatividade das mulheres, os debates sobre a equidade de gênero precisam existir, para que mulheres não sejam desencorajadas a não contribuírem com seu potencial devido à falta de incentivo. No caso da Física Quântica precisamos evoluir também, e incentivar a atuação feminina numa área que ainda é tabu dentro e fora de sala de aula. Dos 77 trabalhos encontrados, 63 foram escritos por mulheres, um número expressivo, mas isto não é suficiente, a ocupação feminina, não deve ficar apenas na escrita e compartilhando de resultados de pesquisas, é preciso avanço contínuo em representações mais significativas, registro e reconhecimento de méritos.

Debates pautados na equidade de gênero estão presentes na sociedade de forma massiva, mas a ausência desse assunto no contexto histórico serviu como base para que mulheres não tivessem oportunidades, e as que conseguiam passar pelas barreiras preconceituosas, não tiveram seu legado reconhecido e essa ausência de reconhecimento faz com que se perpetue a desigualdade de gênero, a publicação e apresentação de trabalhos em encontros como o EPEF e SNEF que falem de assuntos relacionados a essa temática é super positiva, devido à grande visibilidade do encontro para área acadêmica e devido a diversidade de público do encontros.

Por fim, e não menos importante, o ambiente escolar precisa continuar avançando na interação da transmissão de conhecimento, que seja contextualizada com o cotidiano dos alunos, para uma maior absorção do conteúdo e propostas que

de fato relacionem o conteúdo da sala de aula com temas discutidos no âmbito social que devem ser trabalhados com a mesma equidade e geração de valor.

REFERÊNCIAS

BARDIN, Laurence. *Análise de Conteúdo*. São Paulo, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Base nacional comum curricular. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <<http://download.basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 31 jan. 2024.

COUTINHO, J.; MORCELLE, V.; FONTES, A. Experiências de vida e superação de obstáculos de uma docente negra nas ciências exatas. SNEF 2021, p. 2.

FIGUEIRA, B. H.; ELLWANGER, A. L.; OLIVEIRA, G. O. Marie Curie e Chien-Shiung Wu: as mulheres atômicas. In: Martins, E. R. *Ciência, tecnologia e inovação: fatores de progresso e de desenvolvimento – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021*.

FERNANDES, C. S.; SOUSA, R. P. MELO, R. S. Meninas na ciência: a representatividade feminina nas áreas de ciência e tecnologia em prol da equidade dos gêneros. 2018, Disponível em: <<https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/jice/9jice/paper/viewFile/9424/4233>>. Acesso em: 01 de outubro de 2022.

GOULART, G. S.; LEONEL, A. A. Revisão da literatura sobre o ensino de física moderna e contemporânea no ensino médio sob a ótica das problemáticas emergentes a partir de eventos brasileiros de ensino de física. *Revista Dinamys*, v.28, p. 231 – 251, 2022.

LIMA, Gabriella da Conceição; QUIANGALA, Anne Caroline; CARVALHO, Vanessa. Mulheres cientistas em filmes de ficção: implicações para o ingresso de meninas nas carreiras científicas. SNEF 2019.

NUNES, Johnathon Coelho; MACEDO, Ericleiton Rodrigues de. Introdução ao ensino da física quântica no ensino médio: um relato de experiência. *Brazilian Journal of Developmente*, v.5, p. 9163 – 9169, 2019.

PINTO A. Custódio; ZANETIC J. É possível levar a física quântica para o ensino médio?. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/>>. Acesso em: 19 de outubro de 2022. São Paulo, v.16, p.7-34, 1999

RODRIGUES, Isabela Abreu; SILVA, Luciene Fernanda da. Gênero e ensino de física: a realidade sexista na trajetória acadêmica de graduandas em física. VII Congresso Nacional de Educação, 2020. Disponível em: <TRABALHO_EV150_MD1_SA107_ID9077_05112021225038.pdf (editorarealize.com.br)>. Acesso em: 07 de novembro de 2022.

SANTOS, Thamiris Cescon dos; FIGUEIRÔA, Sílvia F. de M. Mulheres na Física: um estudo sobre as docentes do IFGW – UNICAMP (1966–2016). Disponível em: <<2018P14251A32900O3790.pdf> (unicamp.br)>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

SILVA, Daniel de Azevedo; GUERRA, Andreia; MOURA Cristiano B. Participação de mulheres na ciência: explorando opiniões de docentes universitários de física do Rio de Janeiro. Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2017.

SILVEIRA, Camila; FERREIRA, Gabriela; SOUZA, Aparecida de. A representação feminina nas ciências exatas de uma universidade federal. <https://periodicos.ufba.br/index.php/feminismos/article/view/32371/23397>.