



Ernane Rosa Martins
(ORGANIZADOR)

Ciência, tecnologia e inovação:

2

Fatores de progresso e de desenvolvimento



Ernane Rosa Martins
(ORGANIZADOR)

Ciência, tecnologia e inovação:

2

Fatores de progresso e de desenvolvimento

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Natália Sandrini de Azevedo

Daphynny Pamplona

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Amanda Costa da Kelly Veiga
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizador: Ernane Rosa Martins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciência, tecnologia e inovação: fatores de progresso e de desenvolvimento 2 / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-600-0

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.000212010>

1. Ciência. 2. Tecnologia. 3. Inovação. I. Martins, Ernane Rosa (Organizador). II. Título.

CDD 601

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A presente obra tem como propósito ser um guia aos estudantes e profissionais de diversas áreas, auxiliando-os em diversos assuntos relevantes, fornecendo a estes novos conhecimentos para poderem atender as necessidades das organizações.

Deste modo, esta obra reúne debates e análises acerca de questões relevantes, tais como: indicadores de desempenho para monitoramento e medição do planejamento e desenvolvimento de produtos de vestuário; metodologia para a execução de testes em um ambiente de integração contínua (IC); forma eficiente e inteligente entre a comunicação do usuário do aplicativo de saúde com vítima e unidades de pronto atendimento de saúde e hospitais; roadmap do mercado cervejeiro, com foco na etapa de mosturação da fabricação de cerveja, de modo a diagnosticar a situação atual e apresentar tendências, por meio da construção de cenários futuros; discussão a respeito da relação das mulheres com a Ciência, em particular Marie Curie e Chien-Shiung Wu; uso da Inteligência Competitiva (IC) para o desenvolvimento de um modelo de negócios por meio de um tripé formado pela criação, configuração e apropriação de valor no segmento de Baby Shops; modelo de fundação para máquinas rotativas sob cargas dinâmicas e vibrações em arranque transitório e funcionamento contínuo, restringindo o seu modo de vibração usando três heurísticas diferentes; projeto “Pneumática Interativa” que tem como objetivo facilitar o aprendizado da pneumática básica para alunos da área de eletrotécnica, através de material interativo; Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que pretende apresentar os estudos existentes sobre Geometria Espacial entre os anos 2015 e 2020; a influência do jogo de xadrez ao longo da história de vida da famosa Phiona Mutesi;

Nesse sentido, esta obra apresenta enorme potencial para contribuir com análises e discussões aprofundadas sobre assuntos relevantes, podendo servir de referência para novas pesquisas e estudos. Agradecemos em especial aos autores dos capítulos, e desejamos aos leitores, inúmeras e relevantes reflexões sobre as temáticas abordadas.

Ernane Rosa Martins

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1


INDICADORES DE DESEMPENHO NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS DE VESTUÁRIO

Icléia Silveira

Leide Laura Bittencourt

Silene Seibel

Lucas da Rosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0002120101>

CAPÍTULO 2..... 24

INTEGRAÇÃO CONTÍNUA COM APLICAÇÃO DE TESTES DE REGRESSÃO

Nilo Giannecchini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0002120102>

CAPÍTULO 3..... 27

SISTEMA DE SAÚDE INTELIGENTE INTEGRADO PARA SERVIÇO DE ATENDIMENTO MÓVEL DE URGÊNCIA AOS USUÁRIOS EMERGENCIAIS


Fábio Pires

Eduardo Mario Dias

Fernando Emilio Ulson de Souza

Rogério Lopes Salles


Juliana Stefany Zanini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0002120103>

CAPÍTULO 4..... 41

LA VIRTUALIDAD SALVÓ LA REALIDAD: EXPERIENCIA DE ESTUDIANTES DURANTE LA PANDEMIA

Gabriela Fernández Saavedra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0002120104>

CAPÍTULO 5..... 48

MAPA PERSPECTIVO DO MOSTO CERVEJEIRO


Welliton Luiz Moreira

Elder Elias Ribeiro

Gilmar Cândido Rodrigues

Janaina de Araújo Braga

Fabrcio Molica de Mendonça

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0002120105>


CAPÍTULO 6..... 60







MARIE CURIE E CHIEN-SHIUNG WU: AS MULHERES ATÔMICAS




Beatriz Horst Figueira

Anderson Luiz Ellwanger

Gilberto Orenge de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0002120106>

CAPÍTULO 7	81
O USO DA INTELIGÊNCIA COMPETITIVA NO DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE NEGÓCIOS: UM ESTUDO COM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS DO SEGMENTO DE <i>BABY SHOPS</i>	
Samir Hussain Nami Adum	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.0002120107	
CAPÍTULO 8	95
OPTIMIZAÇÃO HEURÍSTICA DA FUNDAÇÃO DE UMA MÁQUINA ROTATIVA QUE LIMITA AS SUAS VIBRAÇÕES EM MODO DE ARRANQUE E DE FUNCIONAMENTO PERMANENTE	
Juan Luis Terrádez Marco	
Antonio Hospitaler Perez	
Vicente Albero Gavarda	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.0002120108	
CAPÍTULO 9	127
PATENTOMETRY: A DATA ANALYSIS PROCESS AS A FUNDAMENTAL TOOL FOR THE INNOVATION MANAGEMENT IN SCIENCE AND TECHNOLOGY INSTITUTIONS	
Raphael da Silva Nascimento	
Marcelo Gomes Speziali	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.0002120109	
CAPÍTULO 10	140
PNEUMÁTICA INTERATIVA	
Victória Farias Groth	
Fernanda Malacarne Huff	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.00021201010	
CAPÍTULO 11	155
REALIDADE VIRTUAL APLICADA À GEOMETRIA ESPACIAL: UMA REVISÃO DE LITERATURA	
Luciana de Lima	
Caroline Gomes Ferreira	
Edgar Marçal	
Robson Carlos Loureiro	
Pierre Francisco Leite Furtado	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.00021201011	
CAPÍTULO 12	166
“SEGUROTECH - PROJETO CONCEITUAL: UMA INOVAÇÃO DE RUPTURA DOS SEGUROS OFFILINE PARA ONLINE”	
Ana Vitoria Edwirges Oliveira Stachoviak	
Marcus Vinicius Branco de Souza	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.00021201012	

CAPÍTULO 13.....	175
SOLANGE FAGAN E MÁRCIA BARBOSA: AS CIENTISTAS QUE QUEREM MAIS CIENTISTAS	
Anderson Luiz Ellwanger	
Beatriz Horst	
Gilberto Orenge de Oliveira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.00021201013	
CAPÍTULO 14.....	184
STORYTELLING EM A RAINHA DE KATWE	
Geovana Ezequieli de França	
Paulo Virgilio Rios Rodriguez	
Valério Brusamolin	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.00021201014	
CAPÍTULO 15.....	195
TRILHA SENAC OSA APRENDENDO TÁ VALENDO – ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM	
João Alves dos Santos	
Claudineia Soares de Moraes	
Alexandre Barbosa de Macena	
Priscila Raquel Melotto	
Isabel Cristina da Silva Vesco	
Paulo Henrique Marques da Silva	
Aparecida Santos Rocha	
Fabiola do Vale Siervo	
Carlos Eduardo Alves Duarte Santos	
Simone Aline Altarego Pereira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.00021201015	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	201
ÍNDICE REMISSÍVO.....	202

CAPÍTULO 6

MARIE CURIE E CHIEN-SHIUNG WU: AS MULHERES ATÔMICAS

Data de aceite: 01/10/2021

Beatriz Horst Figueira

Mestranda em Ensino de Física pela
Universidade Franciscana – UFN

Anderson Luiz Ellwanger

Doutor em Ensino de Ciências e Matemática.
Professor do Programa de Pós Graduação
em Ensino de Ciências e Matemática da
Universidade Franciscana – UFN

Gilberto Orenço de Oliveira

Doutor em Física Nuclear. Professor do
Programa de Pós Graduação em Ensino
de Ciências e Matemática da Universidade
Franciscana – UFN

RESUMO: Este artigo apresenta uma discussão a respeito da relação das mulheres com a Ciência, em particular Marie Curie e Chien-Shiung Wu. O lócus de análise contemplou periódicos nacionais e internacionais. A delimitação dos artigos contemplados foi feita principalmente com a ferramenta Google Acadêmico e foi dividida em duas partes: a primeira sem especificar o gênero de pesquisa e a segunda com o gênero definido. A omissão das pesquisadoras e suas significativas contribuições científicas indica a necessidade eminente de associar Ciência a pesquisa e não a gênero. Nesta pesquisa de caráter bibliográfico, delimitou-se a discussão aos estudos vinculados a Física Quântica.

PALAVRAS - CHAVE: Mulheres na Ciência, gênero na Ciência, Física Quântica.

MARIE CURIE E CHIEN-SHIUNG WU: ATOMIC WOMEN

ABSTRACT: This article presents a discussion about the relationship of women with Science, in particular Marie Curie and Chien-Shiung Wu. The locus of analysis included national and international journals. The delimitation of the contemplated articles was made mainly with the Google Scholar tool and was divided into two parts: the first without specifying the research genre and the second with the defined genre. The omission of the researchers and their significant scientific contributions indicates the imminent need to associate Science with research and not with gender. In this bibliographic research, the discussion was limited to studies related to Quantum Physics.

KEYWORDS: Women in science, gender in science, quantum physics.

INTRODUÇÃO

Historicamente, a produção do conhecimento científico sempre foi vista como uma função exclusiva dos homens. Qualidades como razão, objetividade e competitividade foram relacionadas ao polo masculino e por isso a facilidade em delimitar quais profissões eram para homens. O oposto ocorre para o gênero feminino, confinando características como coração, sentimento e subjetividade. Assim, as mulheres foram naturalmente excluídas do meio científico. Mas será isso mesmo?

A exclusão das mulheres não era apenas

uma consequência culturalmente natural, como também era amplamente justificada pela incapacidade feminina, ou seja, acreditava-se que a capacidade intelectual dos homens era superior à feminina (ALVES; BARBOSA; LINDNER; 2019), além de ser mais propícia para o desenvolvimento da Ciência.

Na segunda metade do século XX, inicia-se uma mudança de pensamento, com “o movimento de liberação feminina e a luta pela igualdade de direitos entre homens e mulheres” (LETA, 2003, p. 271). Barbosa e Lima (2013) descrevem que o mito da incapacidade e da inferioridade intelectual das mulheres é enfraquecido com contestações baseadas em dados científicos e análises de diversas obras, incluindo o livro *O Segundo Sexo: Fatos e Mitos*, da filósofa francesa Simone de Beauvoir (1960), com edição atualizada de 1980. Assim, mesmo enfrentando grandes dificuldades, gradativamente o acesso à educação científica e às carreiras tradicionalmente ocupadas por homens foi sendo “autorizada” às mulheres.

Apesar desse avanço, ainda são marcantes as desigualdades na história da mulher na Ciência, estando, ainda, em desvantagem em relação aos homens. As causas pelas quais a mulher é subjugada são diversas e não são o foco da atual discussão.

O que constantemente aparece na literatura sobre o tema é que, segundo Bezerra e Barbosa (2016), Brasil (2012) e Olinto (2011), o crescimento das mulheres nas áreas conhecidas como *STEM* (*Science, Technology, Engineering & Mathematics*) avança lentamente e desproporcionalmente em todos os níveis da profissão, premissa corroborada por Löwy (2009).

Esse fenômeno foi denominado segregação hierárquica (ou vertical) por Margaret Rossiter na década de 1980 e ocorre tanto em países não desenvolvidos como também em países desenvolvidos economicamente e segundo pesquisas de Leta (2003), Saavedra (2009) e Schienbinger (2001) é considerado um fenômeno mundial. Ou seja, “quanto mais alto o escalão, menos pesquisadoras mulheres estão presentes” (BANDEIRA; 2008, p. 217) além de haver dados embasando a inexistência de igualdade entre homens e mulheres cientistas nos níveis da carreira.

Um exemplo claro disso é o livro *The one Hundred - a Ranking of the Most Influential Persons in History* escrito por Michael H. Hart em 1996, onde são listadas as cem pessoas mais influentes e significativas para a história da humanidade. Dos cem nomes listados apenas dois são femininos e ambas são rainhas, a Rainha Isabel e a Rainha Elizabeth.

Apesar das barreiras impostas às mulheres, e desafiando todos aqueles que duvidavam da competência feminina, ainda foi possível que algumas alcançassem o status como grandes cientistas (SCHIENBINGER, 2001), mas raramente por talento, genialidade ou por usarem a razão, e sim por estarem próximas a homens que já estavam no meio científico (ARAÚJO et al., 2017). Ultrapassar limites invisíveis fez com que novos caminhos e espaços fossem criados para as próximas gerações, incentivando meninas e mulheres a explorarem as áreas *STEM*, em particular o campo da Física Quântica.

Desse modo, espera-se que os estudos das atuais e das futuras pesquisadoras mude não apenas a história das mulheres na Física, mas que também tenham o devido reconhecimento por sua dedicação. Um exemplo falho disso é o Prêmio Nobel em Física, com 119 anos de existência, de 1901 a 2020, 114 premiações, 216 pessoas contempladas, mas apenas 4 mulheres laureadas, resultando em menos de 2% do total de premiações. A imagem 1 ilustra esta discrepância acadêmica.

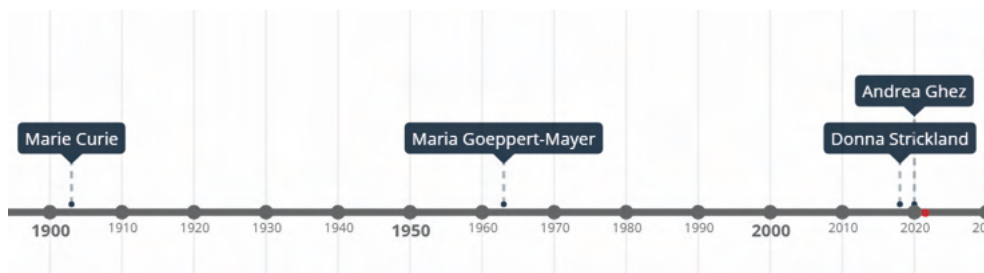


Imagem 1: Mulheres laureadas com o Prêmio Nobel em Física

Fonte: Elaborada pelos autores com base nas informações do Prêmio Nobel¹

O Prêmio Nobel em Física foi criado com o objetivo de homenagear a pessoa que fez a descoberta ou a invenção mais importante no campo da Física durante o ano vigente, mas sabe-se que nem sempre foi assim, como no caso da física Lise Meitner, “esquecida” durante a premiação sobre a descoberta da fissão nuclear; ou da astrofísica Jocelyn Bell Burnell, a primeira pessoa a observar os pulsares; ou da física nuclear Chien-Shiung Wu, que trabalhou no Projeto Manhattan e conduziu o Experimento de Wu, contradizendo o hipotético Princípio de Conservação de Paridade, descoberta que resultou em premiações apenas para seus colegas. Na tabela 1, é possível ver a quantidade de indicações que as cientistas receberam para o Prêmio Nobel em Física, mas que nunca foram contempladas – salvo Marie Curie e Maria Goeppert-Mayer.

Cientista	Indicações
Marie Curie	3
Irène Joliot-Curie	15
Lise Meitner	29
Marietta Blau	4
Hertha Wambacher	1
Maria Goeppert-Mayer	26
Dorothy Crowfoot Hodgkin	8
Chien-Shiung Wu	7

¹ Disponível em: <<https://www.nobelprize.org/prizes/lists/nobel-prize-awarded-women>>. Acesso em: 22 out 2020.

Tabela 1: Indicações para o Prêmio Nobel em Física, de 1901 a 1965

Fonte: Elaborada pelos autores com base nas informações do Prêmio Nobel²

Quantas outras mulheres não foram “esquecidas” durante a História da Ciência, da Física e da Física Quântica? Quantas mulheres não foram silenciadas ao falarem suas opiniões, seus pensamentos e suas ideias? Afinal, como Bezerra e Barbosa (2016, p. 132) comentam,, “os magos eram protegidos dos reis; as bruxas, queimadas”. Quantas mulheres não tiveram seus projetos e suas descobertas “afanados” por outros pesquisadores que receberam todo o reconhecimento? O quanto todas as desconfianças na capacidade feminina influenciaram e influenciam meninas e mulheres a seguirem as áreas *STEM*? Quais as consequências do pré-conceito sobre a capacidade das mulheres na Ciência para a humanidade? Essas são as perguntas que levaram ao desenvolvimento deste estudo, tendo o objetivo de dar o devido reconhecimento aos grandes feitos femininos, em especial as mulheres que se dedicaram a Física dos átomos: Marie Curie e Chien-Shiung Wu.

REVISÃO DE LITERATURA

A pesquisa bibliográfica foi feita, principalmente, utilizando a ferramenta de pesquisa *Google Acadêmico*. A busca por artigos de referência, tanto nacionais bem como internacionais, sobre o tema foi dividida em duas partes:

a) primeira; feita de modo geral, sem especificar o gênero da pesquisa, com as seguintes palavras-chaves: história da física, história da mecânica quântica, história da teoria quântica, história da física quântica e história da física moderna.

Como resultado, foram encontradas poucas citações e/ou menções sobre o trabalho de mulheres cientistas, salvo Marie Curie, que será discutido em itens subsequentes.

b) segunda; com o gênero de pesquisa definido, utilizou-se a seguintes palavras-chaves: mulheres na ciência, mulheres na física, mulheres na mecânica quântica, mulheres na teoria quântica, mulheres na física quântica, mulheres na física moderna e mulheres na física moderna e contemporânea.

O resultado da segunda busca obteve resultados semelhantes a primeira busca, ou seja, poucas citações a respeito das pesquisas/resultados das cientistas alvo desta pesquisa.

Na triagem dos periódicos, analisou-se o título, seguido pela leitura do resumo e após a leitura completa do artigo.

Quem são as personagens foco desse trabalho e quais as suas contribuições? Este é o assunto dos próximos tópicos.

² Disponível em: <<https://www.nobelprize.org/nomination/archive/search.php>>. Acesso em: 22 out 2020.

MARIE CURIE

A Física, do grego *physis* que significa Natureza, é uma das áreas de estudo da Ciência, no qual explicar os fenômenos naturais é a gênese da Física (NEWTON, 1968). Em busca do entendimento desses eventos naturais, em particular no estudo das radiações, foi que Marie Curie dedicou sua vida. Ela, iniciou suas pesquisas após a comunidade científica perder o interesse no assunto. De acordo com Pugliese (2007), o fenômeno que foi observado ao acaso por Becquerel, que considerou ser a fosforescência, já era conhecido pela comunidade científica e não era nenhuma novidade. Após a publicação de Becquerel, relatando o acontecimento, o mesmo ainda estudou os “raios urânicos”, ou os “raios becquerel”, por mais de dois anos e posteriormente, abandonou o tema. Marie desafiou renomados pesquisadores ao retomar o tópico, provando que estavam errados.

Constantemente Marie inventava novos métodos e experimentos para comprovar estar certa ao deixar a Natureza agir dentro de seu laboratório. “Quanto mais a cientista fazia a radioatividade agir sozinha, [...] mais a radioatividade afastava Marie dos problemas com gênero” (PUGLIESE; 2007, p. 363). Assim, Marie começou a ser aceita no meio científico não como uma mulher cientista de fato, e sim como uma exceção, e nas palavras de Sedenõ (1999), “Se uma mulher faz algo malfeito, é típico de seu sexo, de todas as mulheres (um caso só confirma a generalização universal de que todas fazem aquilo mal), mas, se uma fizer bem, é apenas uma exceção”.

Em 1903, após cinco anos de pesquisa, Marie apresentou sua tese de doutorado, *Pesquisa de substâncias radioativas*, na *Sobornne Université*, onde recebeu o título de Doutora em Ciências Físicas com menção *très honorable*. Em dezembro do mesmo ano, recebeu seu primeiro Prêmio Nobel junto com Pierre Curie e Henri Becquerel, pela descoberta e estudo sobre a radioatividade, imagem 2. No entanto, segundo Pugliese (2007), Marie só recebeu a premiação perante a recusa de Pierre em receber a honraria sem sua esposa, afinal a pesquisa era originalmente dela.



Imagem 2: Curie para o Prêmio Nobel em Física de 1903

Fonte: Prêmio Nobel³

Após a comissão julgadora revisar a decisão sobre o prêmio, Marie foi incluída como uma mera assistente dos outros laureados. Como dito anteriormente, mulheres só eram aceitas no meio científico por estarem associadas, subordinadas, à algum homem, seja ele pai, irmão ou marido. Marie não estava associada a ninguém, pois Pierre trabalhou lado a lado, de igual para igual, com Marie na pesquisa de Marie que, posteriormente, se tornou a pesquisa do casal Curie. A comunidade científica da época, por não conseguir processar a informação de uma mulher estar à frente de uma pesquisa de ponta, preferiu “simplificar a equação” ao desconsiderar toda a genialidade de Marie para a descoberta e estudo da radioatividade, termo, inclusive, cunhado por Marie para o fenômeno. O prêmio foi dividido em duas partes, uma destinada à Becquerel e a outra destinada ao casal Curie. Pugliese (2007) explica que a comunidade científica sabia de fato que Pierre havia ingressado na pesquisa de Maria, , mas mesmo assim, Pierre era visto como “a cabeça” por trás da produção científica e ela, uma mera coadjuvante.

Sendo a primeira mulher a quebrar o estigma que relaciona masculino com razão e feminino com coração, atualmente é a única mulher a ser citada junto de outros nomes masculinos ao pesquisar sobre Física, sem definição de gênero. A primeira mulher laureada

³ Disponível em: <<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1903/summary/>>. Acesso em: 22 out 2020.

com um Prêmio Nobel e a primeira pessoa a receber dois Prêmios Nobel⁴, necessitou receber dois Prêmios Nobel para “merecer” ser lembrada junto de outros pesquisadores.

CHIEN-SHIUNG WU

A virada do século XIX para o século XX foi marcada por uma Física, hoje conhecida como Física Clássica, bem definida. Considerava-se que as teorias clássicas haviam sido concluídas, faltando apenas medir os valores das constantes fundamentais com maior exatidão e colocar em prática todo o conhecimento. Ao mesmo tempo, existia alguns fatos não explicados, que não estavam de acordo com o esperado das teorias. Com base nessas dúvidas é que a Física Quântica, como é conhecida nos dias atuais, foi desenvolvida.

A Física Quântica é o ramo da Física que estuda o comportamento da matéria e da energia na escala de átomos e de partículas subatômicas. Este estudo é essencial para o entendimento de todas as forças fundamentais da Natureza, com exceção da gravidade. Também é a base de outros ramos da Física e indispensável na Teoria das Ligações Químicas, ou seja, é necessária em toda a Química.

Tão importante quanto Marie, Chien-Shiung Wu, imagem 3, foi inspirada pela biografia de Marie Curie a seguir a carreira científica na Física, mostrando o quão importante é ter representatividade e referência de mulheres cientistas para desmitificar a ideia de que a ciência possui gênero – o masculino, não sendo lugar de mulher (MAIA FILHO; SILVA, 2019).



Imagem 3: Wu na University of California, Berkeley

Fonte: CHIANG, 2013

⁴ Em 1911, Marie Curie recebeu seu segundo Prêmio Nobel, dessa vez em Química, pela descoberta dos elementos Rádio e Polônio, pelo isolamento do Rádio e pelo estudo da natureza e dos compostos deste notável elemento.

Em 1940, Wu defendeu sua tese de doutorado, no qual realizou duas pesquisas, junto com Emilio Segrè. A primeira, sobre radiação *bremsstrahlung* a partir do decaimento beta do chumbo. A segunda, para estudar os produtos da fissão nuclear, identificando o elemento Xenônio. Essa informação se tornaria valiosa para o futuro Projeto Manhattan. Assim, conquistou a reputação de especialista no decaimento beta.

Com a Segunda Guerra Mundial requisitando indústrias, empresas, universidades e pesquisadores, Wu precisou comprovar sua capacidade intelectual passando por um processo seletivo, enquanto colegas foram convidados a se juntar ao Projeto Manhattan. Foi interrogada sobre seus conhecimentos em Física e, mesmo que nenhum entrevistador tenha dito algo, Wu já sabia sobre o que estavam trabalhando apenas vendo rascunhos esquecidos no quadro da sala de entrevista. Vários membros do Projeto Manhattan já reconheciam Wu pelo seu trabalho e por ser uma grande cientista, mas isso não a salvou de necessitar provar-se aos outros. Durante sua pesquisa no Projeto Manhattan sobre o processo de separação dos isótopos do Urânio, os resultados de sua pesquisa de doutorado sobre os produtos da fissão nuclear foram requisitados por Enrico Fermi, que foram fundamentais para o andamento do Projeto.

Na década de 1950, Wu melhorou técnicas de medição do tempo de vida de átomos muito pequenos (MAIA FILHO; SILVA, 2019) e realizou um experimento essencial para os fundamentos da Teoria Quântica. Tsung Dao-Lee e Chen Ning Yang, físicos teóricos, estavam estudando partículas aparentemente iguais, com a mesma massa e o mesmo tempo de vida, mas que decaíam de formas diferentes. Caso essas partículas fossem a mesma partícula, isso violaria o hipotético Princípio de Conservação de Paridade.

O Experimento de Wu, como ficou conhecido, era visto como algo inalcançável, sendo considerado até “perda de tempo” e colegas pesquisadores fizeram apostas sobre o insucesso do experimento. Wu aceitou o desafio, reuniu uma equipe com pesquisadores de alto nível, e comprovou a violação da Conservação da Simetria por Paridade. Isso resultou em premiações apenas para os físicos teóricos Tsung Dao-Lee e Chen Ning Yang, resultando no “esquecimento” de Wu.

Ao longo de sua carreira, Chien-Shiung Wu sofreu segregação hierárquica e institucional (MAIA FILHO; SILVA, 2019), exemplificado pelo Prêmio Nobel, que também ignora toda a diversidade da sociedade. Wu recebeu sete indicações para o Prêmio Nobel em Física e nunca foi laureada, apesar dos seus colegas teóricos terem sido premiados por uma descoberta alcançada graças ao Experimento de Wu. Além disso, levou oito anos para receber um cargo permanente na *Columbia University* apenas por ser mulher, mesmo com o apoio de vários colaboradores. Após receber o cargo, ainda levou mais 23 anos para que seu salário fosse reajustado de acordo com sua função. Wu sofreu discriminação racial e de gênero (CHIANG; 2013) e, mesmo assim, foi revolucionária, aventurando-se em experimentos fundamentais para a Física.

CONTRIBUIÇÕES DAS PESQUISAS DE CURIE E DE WU

É importante falar sobre a relação das mulheres com a Ciência, as dificuldades e como essa relação se desenvolveu ao longo dos anos. Tão essencial quanto, é falar sobre quem foram e quem são as grandes mulheres cientistas e o que elas fizeram para mudar o rumo da Ciência. Até o momento, as discussões a respeito das carreiras das cientistas foco dessa pesquisa foram apresentadas de forma sucinta, mas há um questionamento que urge: Quais foram de fato as suas contribuições científicas que melhoraram a humanidade e como as mesmas ainda são usadas hoje?

As contribuições de Curie

Marie tinha sede por conhecimento. Inscreveu-se na *Sobornne Université* nos cursos de matemática, de química e de física ao mesmo tempo. Na época, eram 210 mulheres para um total de 9 mil estudantes (CARVALHO; MARCHESANI, 2009). Marie formou-se em física em 1893, em primeiro lugar e, graças à ajuda de uma amiga, Mademoiselle Dydynska, Marie recebeu a Bolsa Alexandrowitch para continuar seus estudos. Em 1894, formou-se em matemática, ficando em segundo lugar. De acordo com Curie (1957), Marie conheceu Pierre no mesmo ano e, desde o primeiro encontro, a admiração de ambos, um pelo outro, apenas cresceu com a convivência permeada de conversas científicas.

Ao procurar por um tema para abordar em seu doutorado, Marie encontrou uma publicação de Henri Becquerel de 1896, que relatava um fenômeno espontâneo: A impressão em uma chapa fotográfica a partir da emissão de raios provenientes dos Sais de Urânio que, além de estarem fora do alcance da luz, ainda estavam embrulhados. Becquerel não considerou o fenômeno como uma novidade. Segundo Pugliese (2007), Becquerel concluiu que o fenômeno era de natureza fosforescente e que acontecia apenas com o Urânio, nomeando o fenômeno de “raios urânicos” ou “raios becquerel”.

Marie havia conseguido autorização para usar um antigo depósito como laboratório, imagem 4, na Escola de Física onde Pierre lecionava. O local não era adequado para realização de experimentos e Marie iniciou sua pesquisa medindo o poder de ionização dos “raios urânicos”, além de analisar todos os outros elementos conhecidos. Ao entender algumas propriedades do fenômeno, passou a acreditar que se tratava de uma propriedade atômica. Lembrando que, nesse período, a comunidade científica ainda estava debatendo sobre o átomo em si, seu formato, componentes e qual o seu funcionamento.

A investigação de Marie apontou que a quantidade de radiação emitida é proporcional à quantidade de material radioativo contido na amostra examinada e que outro elemento, o Tório, também emitia raios. Assim, Marie cunhou o termo radioatividade para se referir aos “raios becquerel” (PUGLIESE, 2007).

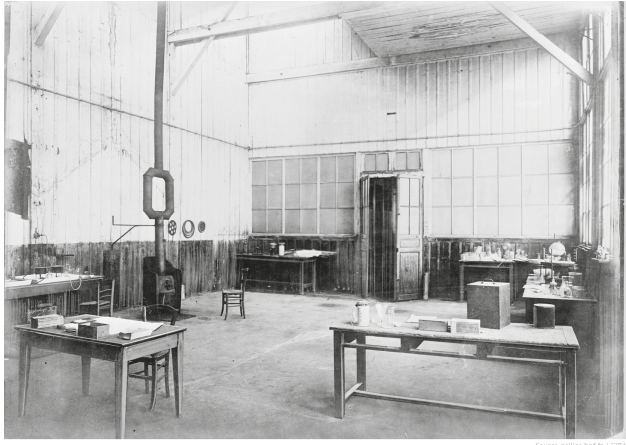


Imagem 4: Laboratório do casal Curie em 1898

Fonte: Gallica - Bibliothèque Nationale de France⁵

Ao utilizar um minério chamado *plechblenda* (variedade impura da uraninita) em seus experimentos, Marie observou um nível de radiação muito maior que os níveis já conhecidos do Urânio e do Tório. Se todos os elementos conhecidos haviam sido estudados por Marie, que também conhecia o grau de radiação de todos, o que estaria gerando uma radiação tão alta? O experimento foi repetido diversas vezes, sempre com o mesmo resultado. Então Marie hipotetiza a presença de um elemento ainda não conhecido. Nesse momento, Pierre deixa suas pesquisas e ingressa na pesquisa de Marie, imagem 5, e, segundo Curie (1957), é impossível, a partir desse momento, diferenciar o que é genialidade de cada um.

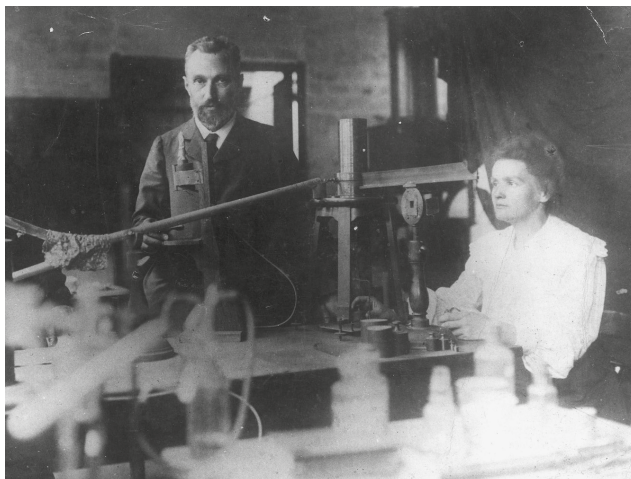


Imagem 5: Os Curie, em seu laboratório, onde foi feita a descoberta de 1898

Fonte: Galeria de Fotos do Pierre Curie⁶

⁵ Disponível em: <<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b10102571v.r=curie?rk=64378;0>>. Acesso em: 22 out 2020

⁶ Disponível em: <<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1903/pierre-curie/photo-gallery/>>. Acesso em: 22 out 2020

Com o processo de separação dos elementos da *plechblenda*, criado pelo casal Curie, foi possível que, em 1898, o casal divulgasse, primeiro, a descoberta do elemento Polônio e, mais tarde no mesmo ano, a descoberta do elemento Rádio. Para a comunidade científica e principalmente, para os químicos, não bastava anunciar a existência de novos elementos. Era necessário saber o peso atômico dos mesmos. Assim, de 1898 a 1902, o casal Curie trabalhou para isolar os elementos. Pierre queria fazer uma pausa na pesquisa, para retomar com melhores instalações, mas Marie se recusou. Então, em 1902, Marie anunciou o peso atômico do elemento Rádio como sendo 225, a partir da extração de 0,1 g de Rádio de 1 tonelada de *plechblenda*.

Marie recebeu o título de Doutora em Ciências Físicas cinco anos após ter iniciado sua pesquisa, em 1903. Ainda em 1903, Marie e Pierre receberam um Prêmio Nobel em Física, como dito anteriormente, pela descoberta e estudo da radiação. A técnica utilizada para fabricar o Rádio, que se tornou extremamente valioso, era o processo de purificação criado e executado por Marie. O casal Curie decidiu que não iriam patentear o processo, mesmo possuindo problemas financeiros, ao levar em consideração o espírito científico e as pesquisas iniciais em uma nova terapia para tratamento do câncer: a Curieterapia, conhecida também como Radioterapia.

A técnica utilizada para “pesar” os elementos radioativos, a partir da radiação dos mesmos, foi criada e, posteriormente, aperfeiçoada por Marie pelo avanço dos estudos acerca da Curieterapia.

Durante cinco anos, de 1899 a 1904, 32 periódicos sobre radioatividade e substâncias radioativas foram publicados pelos Curie. Somente após o “reconhecimento” do trabalho de Marie com o Prêmio Nobel em Física, é que a Faculdade de Ciências da Universidade de Paris aceita Marie, contratando-a oficialmente. Marie também foi a primeira professora mulher da França, ao assumir a turma de Pierre, depois do falecimento precoce do mesmo em 1906, na *Sorbonne Université*. Marie publicou o Tratado da Radioatividade, reunindo todo o seu conhecimento sobre a nova Física da Radioatividade, a Classificação dos Radioelementos e a Tábua das Constantes Radioativas.

Com a descoberta e isolamento de dois elementos químicos, a Academia se viu compelida a laurear, em 1911, Marie com o seu segundo Prêmio Nobel, mas, dessa vez, em Química, imagem 6. Nesse período, uma alta publicidade, relacionada a um problema pessoal, foi dada a Marie, impactando negativamente apenas a ela. Com isso, um membro da Academia achou prudente solicitar que Marie recusasse o prêmio. Ora, a premiação era entregue a pessoa que havia feito uma descoberta ou uma invenção significativa para as Ciências, o que a vida particular de Marie teria a ver com suas contribuições? (CARVALHO; MARCHESANI, 2009). Novamente a comunidade reforça o seu pré-conceito em relação às mulheres.



Imagem 6: Curie para o Prêmio Nobel em Química de 1911

Fonte: Prêmio Nobel⁷

Mesmo adoentada, Marie se fez útil à Primeira Guerra Mundial e, principalmente, à França. Já se conhecia o Raio X, descoberto em 1895, e seus benefícios. Então, Marie recolheu todos os equipamentos disponíveis e os redistribuiu aos hospitais do *front*. Mas ainda não era o suficiente e então, com as doações da União das Mulheres Francesas, Marie produziu, sozinha, as 20 primeiras “viaturas radiológicas”, conhecidas hoje como Raio X móvel. Além de treinar mulheres para manusearem os equipamentos, com a cientista Mademoiselle Klein e Irène, sua filha mais velha que já era enfermeira, Marie ficou com um carro para si. Viajou, com Irène, imagem 7, para onde fosse necessário, mesmo que precisasse dirigir e, em todos os locais que parava, observava os hospitais para ver se era possível instalar um Raio X fixo, resultando na instalação de mais de 200 equipamentos. As viaturas ficaram conhecidas pelos soldados como *Petite Curies*, (Pequenos Curies, em tradução livre), que, juntos dos equipamentos fixos, examinaram mais de um milhão de soldados feridos.

Ainda não satisfeita, Marie usou o grama de Rádio que havia isolado anos antes para criar um serviço de “Emanação de Rádio”. O Rádio decaiu para o elemento gasoso anteriormente conhecido como Emanação de Rádio, o Radônio, que foi armazenado em tubos para ser utilizado no tratamento de ferimentos.

⁷ Disponível em: <<https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1911/summary/>>. Acesso em: 22 out 2020

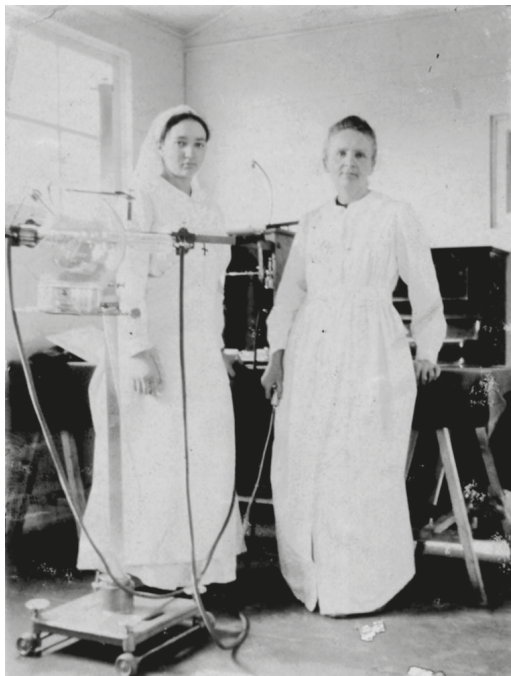


Imagem 7: Marie Curie e Irène Curie, no Hoostade Hospital na Bélgica em 1915

Fonte: Galeria de Fotos de Irene Joliot-Curie⁸

Marie dedicou-se à França, seu conhecimento foi aplicado em prol dos soldados. suas economias foram doadas e sua saúde, só declinou. Em troca, não recebeu nenhuma condecoração militar, que, de acordo com Curie (1957), Marie teria aceito.

Marie Curie superou as adversidades impostas em sua vida com resiliência, não se abatendo pela discriminação por ser polonesa nem por ser mulher. Apesar da comunidade científica não “ter espaço” para mulheres cientistas, Marie criou o seu lugar, tornando-se um exemplo de pesquisadora e de pessoa. Sua investigação, iniciada em 1898, contribuiu para o entendimento do átomo e das suas propriedades; determinou o comportamento do fenômeno radioatividade; descobriu dois novos elementos, o Polônio e o Rádio; criou e aperfeiçoou o processo de isolamento do Rádio e da técnica utilizada para “pesar” os elementos radioativos; gerou a Curieterapia; produziu os primeiros Raios X móveis; formou enfermeiras-radiologistas; instalou mais de 200 equipamentos de Raio X fixos; atendeu, em todos os postos de Raio X, mais de um milhão de feridos; e deu origem à área de Radioatividade, que possibilitou na criação de novos tratamentos médicos.

Inspirada na vida e na pesquisa de Marie Curie é que Chien-Shiung Wu também criou o seu espaço com êxito.

⁸ Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1935/joliot-curie/photo-gallery/?gallery_style=page>. Acesso em: 22 out 2020

As contribuições de Wu

Quando criança, Wu possuía talento para diversas áreas, literatura, história, ciências e era boa escritora. O contato com a biografia de Marie Curie foi fundamental para que Wu escolhesse a carreira científica na Física (CHIANG, 2013). Wu iniciou seus estudos na *National Central University*, imagem 8, em matemática e natureza humana, e depois, transferiu o curso para física e se formou, com as mais altas honrarias, em 1934.



Imagem 8: Wu na National Central University, em Nanjing

Fonte: CHIANG, 2013

Wu continuou seus estudos nos Estados Unidos, chegando no país em 1936, e o plano era ir para a *University of Michigan*, mas acabou conhecendo a *University of California, Berkeley* e ficou maravilhada com o Departamento de Física. Além disso, descobriu que na *University of Michigan*, o hall de entrada de um prédio da instituição era proibido para estudantes mulheres. Wu ficou indignada e achou um absurdo ser considerada uma cidadã inferior apenas por ser mulher (CHIANG, 2013).

O ano de 1932, para a Física, é considerado o *annus mirabilis* (ano maravilhoso, ano miraculoso ou ano incrível em latim) por conta das descobertas e das invenções realizadas no ano e na década (FIOLHAIS, 1992). O encanto de Wu pelo avanço da nova Física Quântica foi natural.

O doutorado de Wu contemplou duas pesquisas, imagem 9, acompanhadas por Emilio Segrè: O estudo da radiação *bremstrahlung* a partir do decaimento beta do chumbo e o estudo dos produtos da fissão nuclear do Urânio. Na segunda pesquisa, Wu identificou

o elemento Xenônio como sendo um dos produtos da fissão nuclear, que interfere no processo da fissão. Os resultados da segunda pesquisa não foram publicados em sua totalidade, pois Wu e Segrè decidiram manter em segredo por os considerarem perigosos ao levar em conta a guerra que estava por vir. A tese foi defendida em 1940, fazendo com que Wu fosse considerada uma autoridade no decaimento beta. Em seguida, continuou sua pesquisa sobre a radioatividade de alguns isótopos e os produtos da fissão nuclear do Urânio.

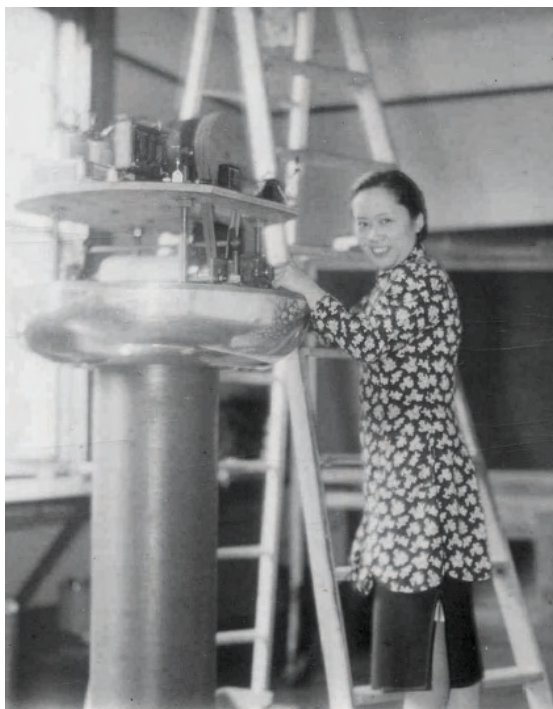


Imagem 9: Wu realizando um experimento nos anos 40

Fonte: CHIANG, 2013

Em 1943, Wu aceitou o cargo de professora oferecido por *Princeton University*, tornando-se a primeira professora mulher em 211 anos de história da instituição, sendo também, a primeira professora universitária mulher dos EUA.

Wu atuou por pouco tempo em *Princeton*, pois alguns meses depois, o Projeto Manhattan foi iniciado. O Projeto consistiu em um programa de pesquisa que desenvolveu as primeiras bombas atômicas durante a corrida nuclear da Segunda Guerra Mundial. Wu trabalhou na *Columbia University*, imagem 10, após ser a única a precisar passar por uma entrevista, como dito anteriormente, criando, por difusão gasosa, o processo de separação dos isótopos do Urânio, U^{235} e U^{238} . O estudo das reações nucleares em cadeia ficou a

cargo de Fermi e seus colaboradores, que estavam tendo problemas durante a execução dos experimentos (CHIANG, 2013). Os resultados, em sua totalidade, da pesquisa de Wu sobre os produtos da fissão nuclear, que identificou o elemento Xenônio, permitiram que Fermi pudesse entender e solucionar os problemas de seu experimento, fazendo com que o Projeto progredisse. O primeiro teste da bomba atômica foi realizado com sucesso e, mais tarde duas bombas foram soltas em Hiroshima e Nagasaki, acabando com a Segunda Guerra Mundial e interrompendo as pesquisas do Projeto Manhattan.



Imagem 10: Wu no laboratório da Columbia University

Fonte: CHIANG, 2013

Wu continuou na *Columbia University*, após a guerra, e revisou experimentos e teorias sobre o decaimento beta que, até 1949, apresentava discrepâncias. Junto com seus colaboradores, o *slow-electron discrepancy in beta decay* foi esclarecido, reforçando o seu reconhecimento por ser uma autoridade no decaimento beta. Ainda identificou três classificações diferentes para os spins e paridades, concordando com a proposta teórica de Fermi de 1933.

Somente em 1952, é que Wu recebeu o cargo de professora, pois a instituição não podia continuar ignorando todas as contribuições científicas de Wu. Muitos colegas de Wu

reconheciam seu talento e sua grandiosidade – na comunidade científica, Wu era conhecida por sua precisão na realização dos seus experimentos – e já haviam recomendado Wu para o diretor do Departamento de Física, Isidor Rabi. Apenas por ser mulher é que a indicação havia sido recusada anteriormente (CHIANG, 2013). A admissão de Wu, em 1952, fez com que a universidade se tornasse uma “pioneira”, mesmo que pressionada, pela contratação de Wu. Ainda assim, não reajustou o salário de Wu de acordo com sua nova função. Somente em 1975, 23 anos após a promoção de Wu, com uma troca de direção, é que Robert Serber, indignado ao descobrir a falha, ajustou o salário de Wu.

Com a descoberta de novas partículas, na década de 1950, duas chamaram a atenção dos físicos e ficaram conhecidas como as “partículas estranhas”. As duas partículas tinham a mesma massa e o mesmo tempo de vida, porém decaíam de formas diferentes. O debate da comunidade científica foi chamado de θ - τ *paradox* e dividindo-a entre pesquisadores que consideravam ser a mesma partícula ao mesmo tempo que outros cientistas acreditavam que era impossível, resultando na discussão sobre a Conversação da Simetria por Paridade.

Dois físicos teóricos, C. N. Yang e T. D. Lee, procuravam por uma hipótese para a Conservação da Simetria por Paridade apenas para as interações fracas e entraram em contato com Wu, pelo decaimento beta ser uma interação fraca e pelo prestígio de Wu quando o assunto era decaimento beta. Wu, ao perceber a importância do experimento, por ser fundamental para a Física, reuniu um grupo de cientistas de alto nível e, em 1957, Wu e seus colaboradores comprovaram a violação da Conservação da Simetria por Paridade. Ou seja, as “partículas estranhas” são de fato a mesma partícula. O experimento ficou conhecido como Experimento de Wu, e foi para essa investigação que vários cientistas acharam estar tudo bem ao fazerem apostas sobre o fracasso do mesmo, como dito anteriormente. Além disso, também consideraram ser perda de tempo por se tratar de um assunto instituído (CHIANG, 2013). Mas, na realidade, com um único experimento, Wu solucionou três problemas em aberto da Ciência: a violação da Conversação da Simetria por Paridade, a violação da Conversação da *Charge Conjugation* e a *Two-Component Theory of the Neutrino*.

Yang e Lee foram laureados com um Prêmio Nobel em Física no mesmo ano pela descoberta alcançada graças ao Experimento de Wu. Grande parte dos físicos se posicionaram a favor de Wu, pois acreditavam que ela merecia ser premiada com Yang e Lee, enquanto seus colaboradores se sentiram injustiçados por Wu ter recebido mais visibilidade (CHIANG, 2013; MAIA FILHO; SILVA, 2019). Só é possível premiar, no máximo, três pessoas por ano em cada área. Então, esse é um dos possíveis motivos para que Wu e seus colaboradores não tenham sido mencionados na premiação. Maia Filho e Silva (2019) também apresentam outra explicação de que Wu sofreu segregação hierárquica ou “teto de vidro”, assim como outras pesquisadoras mulheres. A metáfora “teto de vidro” se refere às barreiras invisíveis que impossibilitam o progresso feminino em suas profissões

(CORTES, 2018).

Em 1959, Wu foi requisitada novamente para verificar a hipótese de Gell-Mann sobre a Conservação do *Vector Current*. Apenas em 1962, é que Wu e seus colaboradores confirmaram a Teoria da Conservação do *Vector Current*. Novamente, com um único experimento, Wu solucionou outras questões em aberto para a Ciência, além da solicitada, a Teoria da Conservação do *Vector Current*, reforçou a *Theory of Two-Component Neutrino* e foi a primeira demonstração da relação entre interações eletromagnéticas e interações fracas. Essa evidência impactou a comunidade científica, que continuou realizando pesquisas sobre o assunto por mais 40 anos.

Outro experimento, que já havia sido iniciado por Wu, sobre *double beta decay* também esclareceu outros problemas, além do fenômeno *double beta decay*, *dimension of the neutrino wave equation*, *neutrino rest mass* e *lepton conservation*.

Até 1975, a presidência da *American Physical Society* (APS) não era muito ativa, sendo apenas uma formalidade. Após Wu assumir o cargo tradicionalmente ocupado por homens brancos, imagem 11, a APS se tornou uma instituição ativa.



Imagem 11: Wu em seu escritório na Columbia University em 1974

Fonte: CHIANG, 2013

Por conta da discriminação sofrida, Wu se preocupava com as questões de gênero e passou a ajudar alunas mulheres a seguirem carreira científica, além de palestrar sobre o tema. Em 1964, no MIT, Wu disse: “Me pergunto se os minúsculos átomos e núcleos, ou os símbolos matemáticos, ou as moléculas de DNA tem alguma preferência por um tratamento masculino ou feminino” (CHIANG; 2013).

Mesmo encontrando empecilhos impostos em sua vida, por ser chinesa e por ser mulher, Wu destacou-se ao executar seus experimentos de forma impecável, criando o seu espaço. Contribuiu para o entendimento da radiação *bremstrahlung* a partir do decaimento beta do chumbo; identificou o elemento Xenônio como um dos produtos da fissão nuclear do Urânio; investigou a radioatividade de radioisótopos; desenvolveu o processo de separação dos isótopos do Urânio por difusão gasosa; solucionou o *slow-electron discrepancy in beta decay*; identificou três classificações diferentes para os spins e paridades; comprovou a violação da Conversação da Simetria por Paridade e a violação da Conversação da *Charge Conjugation*; reforçou o *Two-Component Theory of the Neutrino*; comprovou a Teoria da Conservação do *Vector Current*; reforçou a *Theory of Two-Component Neutrino*; demonstrou, pela primeira vez, a relação entre interações eletromagnéticas e interações fracas e estudou o *double beta decay*, esclarecendo os fenômenos *dimension of the neutrino wave equation*, *neutrino rest mass* e *lepton conservation*.

Wu se tornou uma das cientistas mais importantes e influentes para a Física Quântica, impactando no modo de vida contemporâneo. Ainda assim, poucas pessoas conhecem e reconhecem Wu pelo seu trabalho, que quebrou paradigmas e mudou a história.

CONCLUSÕES

Por mais que, historicamente, a Ciência tenha sido dominada por homens brancos, dizendo o que e onde mulheres podiam atuar, Curie e Wu mostraram que é possível sim criar o seu espaço, sem necessitar da aprovação masculina. Afinal, a Ciência é agênera – não possui gênero – é uma entidade. Por isso, utiliza-se apenas o sobrenome das cientistas.

O presente texto externou de forma objetiva e específica que as contribuições de ambas as cientistas, Curie e Wu, mostram que a persistência associada a curiosidade científica e a capacidade de resiliência levam ao inesperado e também ao desconhecido. Muitas foram as pesquisadoras esquecidas ao longo da história da Ciência, mas estas serão estudadas em pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

All Nobel Prizes in Physics. NobelPrize.org. Nobel Prize Outreach AB 2020. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/lists/all-nobel-prizes-in-physics>. Acesso em: 18 out 2020.

ALVES, Maiara Rosa; BARBOSA, Marcia Cristina; LINDNER, Edson Luiz. Mulheres na Ciência: a busca constante pela representatividade no cenário científico. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC, 2019, Natal.

ARAÚJO, Sirlene Dias; PIRCHINER, Juliana Casotto; SGARBI, Antonio Donizetti; SAD, Ligia Arantes. Mulheres na ciência: estão presentes? In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC, 2017, Florianópolis.

BANDEIRA, Lourdes. A contribuição da crítica feminista à ciência. Estudos Feministas, Florianópolis, v. 16, n 1, p. 207-228, jan./abr. 2008.

BARBOSA, Marcia C.; LIMA, Betina S. Mulheres na Física do Brasil: Por que tão poucas? E por que tão devagar? Trabalhadoras, 2013, p. 38-53.

BEAUVOIR, S. O segundo Sexo: Fatos e Mitos. Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira, 1980.

BEZERRA, Grasielle; BARBOSA, Marcia C. Mulheres na física no Brasil. In: SBF 50 Anos. Sociedade Brasileira de Física: 1966 - 2016. São Paulo: Livraria da Física, 2016. p. 132-135.

BRASIL. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Séries históricas até 2012: quantitativos de bolsas por sexo. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/series-historicas>>. Acesso em: 15 abr. 2021.

CARVALHO, R. S.; MARCHESANI, S. QUINN, Susan; Marie Curie: uma vida; tradução Sonia Coutinho – São Paulo; Scipione, 1997, 526 p. REVISTA PONTO DE VISTA, v. 1, n. 1, p. 67-72, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/RPV/article/view/9158>. Acesso em: 19 set 2020

CHIANG, T.C. Madame Chien-Shiung Wu: The First Lady of Physics Research. Tradução de Frank Wong Tang-Fong. World Scientific, 2013.

CORTES, M. R. Mulher na Ciência: “Ciência também é coisa de mulher!”. 2018. Monografia de Licenciatura em Física. Niterói: UFF, 2018

CURIE, E. Madame Marie Curie. Tradução: Monteiro Lobatto. EDITORA, 10ª edição, 1957.

FIOLHAIS, Carlos. Pré-história e história da Física Nuclear. In: Em torno da vida e obra de Pierre e Marie Curie. Coimbra: Centro de Recursos da D.R.E.C, 1992. p. 9-23.

GALLICA – Bibliothèque Nationale de France. Photo de laboratoire. Disponível em: <<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b10102571v/f1.item.r=curie>>. Acesso em: 22 out 2020.

Irène Joliot-Curie – Photo gallery. NobelPrize.org. Nobel Media AB 2020. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1935/joliot-curie/photo-gallery/>. Acesso em: 22 out 2020.

LETA, Jacqueline. As mulheres na ciência brasileira: crescimento, contrastes e um perfil de sucesso. *Estudos Avançados*, v. 17, n. 49, 2003, pp. 271-284.

LÖWY, I. Ciências e gênero. In: HIRATA, H. et al. (Org.). *Dicionário crítico do feminismo*. São Paulo: Editora UNESP, 2009

MAIA FILHO, Angevaldo Menezes; SILVA, Indianara Lima. A trajetória de Chien Shiung Wu e a sua contribuição à Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 36, n. 1, p. 135-157, abr. 2019.

NEWTON, Isaac. *Mathematical Principles of Natural Philosophy* (1968). Tradução A Motte. 2 ed. Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1952. (Col. Great Books of Western World, v. 34)

Nobel Prize awarded women. NobelPrize.org. Nobel Prize Outreach AB 2020. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/lists/nobel-prize-awarded-women>. Acesso em: 18 out 2020.

Nomination Archive. NobelPrize.org. Nobel Prize Outreach AB 2020. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/nomination/archive/search.php>. Acesso em: 18 out 2020.

OLINTO, Gilda. A inclusão das mulheres nas carreiras de ciência e tecnologia no Brasil. *Inclusão Social*, Brasília, v. 5, n. 1, p. 68-77, jul./dez. 2011.

Pierre Curie – Photo gallery. NobelPrize.org. Nobel Media AB 2020. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1903/pierre-curie/photo-gallery/>. Acesso em: 22 out 2020

PUGLIESE, G. Um sobrevôo no “Caso Marie Curie”: um experimento de antropologia, gênero e ciência. *Revista de Antropologia*, São Paulo, v. 50, n. 1, p. 347-385, dez. 2007.

ROSSITER, Margaret. *Women scientists in America: struggles and strategies to 1940*. Baltimore: The John Hopkins University Press. 1982.

SAAVEDRA, Luísa. Assimetrias de gênero nas escolhas profissionais. In: CIG, Lisboa, 2009, pp. 121-130.

SCHIENBINGER, Londa. *O feminismo mudou a ciência?* Trad. De Raul Fiker. Bauru: EDUSC, 2001.

SEDENÕ, Eulália Perez. Ciência, valores e guerra na perspectiva CTS. In: ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria; BELTRAN, Maria Helena Roxo (orgs.). *Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*, São Paulo, EDUC, 2004.

The Nobel Prize in Physics 1903. NobelPrize.org. Nobel Media AB 2020. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1903/summary/>. Acesso em: 18 out 2020.

The Nobel Prize in Chemistry 1911. NobelPrize.org. Nobel Media AB 2020. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1911/summary/>. Acesso em: 18 out 2020.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acolhimento 195, 196

Ambiente 9, 7, 13, 18, 24, 26, 45, 51, 82, 83, 84, 85, 86, 172, 194

Aprendizado 9, 12, 13, 19, 140, 141, 142, 143, 153, 198, 199

Aprendizagem 12, 19, 140, 141, 142, 153, 154, 155, 156, 162, 163, 164, 165, 177, 188, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200

Automação 24, 26, 40, 141, 144

B

Baby Shops 9, 11, 81, 82, 86, 89, 92

C

Cervejeiro 9, 10, 48, 49, 50, 53, 54, 55, 56, 57

Ciência 2, 9, 57, 60, 61, 63, 64, 66, 68, 76, 77, 78, 79, 80, 127, 128, 139, 175, 176, 177, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 194, 201

Competitividade 1, 4, 15, 19, 49, 50, 54, 60

Covid 27, 28, 38, 42, 46, 180, 195, 196

D

Desempenho 9, 10, 1, 2, 3, 4, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 171, 192

E

Ensino 22, 60, 80, 140, 141, 142, 154, 156, 162, 163, 175, 177, 180, 182, 186, 188, 194

F

Física Quântica 60, 61, 63, 66, 73, 78

Fundação 9, 11, 95, 96, 140, 141, 142, 143, 147, 148, 151, 153, 154

G

Gênero 60, 63, 64, 65, 66, 67, 78, 80, 175, 176, 179, 181, 183, 188

H

Heurística 11, 95, 96

Histórias 184, 185, 187, 188, 189, 191, 193, 194

I

Indicadores 9, 10, 1, 3, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 89, 138

Informação 11, 13, 19, 25, 27, 29, 36, 65, 67, 82, 83, 84, 88, 89, 141, 166, 167, 173, 184, 201

Inovação 2, 11, 2, 13, 14, 18, 22, 48, 49, 50, 51, 53, 57, 82, 85, 91, 93, 127, 128, 138, 139, 166, 167, 170, 171, 173, 196, 199, 201

Integração 9, 10, 1, 24, 25, 26, 28, 37, 38, 39, 199

Inteligência Competitiva 9, 11, 81, 82, 83, 84, 85, 88, 89, 90, 91, 92

Internet das Coisas 27, 28, 29, 37, 40

J

jogo 9, 184, 185, 186, 190, 191, 192, 193, 194

M

Mercado 9, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 25, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 56, 57, 81, 82, 83, 84, 85, 88, 89, 93, 128, 156, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 178

Metodologias 1, 2, 6, 7, 8, 16, 25, 155, 156, 172

Modelo de Negócios 9, 11, 81, 82, 85, 86, 89, 90, 92

Mulheres 9, 10, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 70, 71, 72, 73, 76, 78, 79, 80, 175, 176, 177, 179, 180, 181, 182, 183, 187

N

Narrativas 184, 185, 187, 188, 189, 193, 194

O

Optimização 11, 95, 96

P

Pesquisa 1, 3, 9, 10, 14, 16, 18, 21, 22, 29, 37, 38, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 79, 81, 82, 86, 87, 88, 92, 93, 95, 96, 140, 143, 145, 153, 157, 158, 159, 161, 162, 163, 166, 167, 176, 178, 184, 189

Pneumática 9, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 154

R

Rainha 12, 61, 184, 185, 186, 187, 190, 191, 193

Realidade virtual 11, 155, 165

Recozimento 95, 96

Regressão 10, 24, 26

S

Saúde 9, 10, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 72, 166, 172, 188, 199

Sistema 10, 7, 11, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 37, 38, 39, 141, 183, 189

Smart Mobile 27, 28, 29, 38, 39, 40
Software 24, 25, 26, 110, 131, 165, 201
Sólidos Geométricos 155, 156, 162
Superação 184, 190, 191

T


Técnico 9, 10, 17, 28, 140, 141, 142
Tecnologia 2, 25, 27, 28, 29, 30, 39, 48, 49, 50, 51, 80, 127, 128, 138, 139, 155, 156, 164, 170, 171, 172, 173, 180, 184, 195, 196, 199, 201
Teste 8, 24, 25, 26, 75, 142, 162, 163
Trilha 12, 195, 196, 197, 198, 199, 200





V

Vestuário 9, 10, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
Vibrações 9, 11, 95, 96
Visualização 51, 140, 141, 142, 155, 162

X

Xadrez 9, 184, 185, 186, 187, 190, 191, 192, 193, 194



www.atenaeditora.com.br 
contato@atenaeditora.com.br 
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 
www.facebook.com/atenaeditora.com.br 


Ciência, tecnologia e inovação:

2

Fatores de progresso e de desenvolvimento



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Ciência, tecnologia e inovação:

2

Fatores de progresso e de desenvolvimento