

CADERNO DE PRÁTICAS CONTRA-HEGEMÔNICAS PARA

Cíntia Daniele da Silveira Picalho
Eduardo Folco Capossoli

O ENSINO DE FÍSICA E JUSTIÇA SOCIAL



Rio de Janeiro, 2022

**CADERNO DE PRÁTICAS CONTRA-
HEGEMÔNICAS PARA O ENSINO
DE FÍSICA E JUSTIÇA SOCIAL**

Cíntia Daniele da Silveira Picalho

Eduardo Folco Capossoli

**CADERNO DE PRÁTICAS CONTRA-
HEGEMÔNIAS PARA O ENSINO DE
FÍSICA E JUSTIÇA SOCIAL**

1ª Edição



Rio de Janeiro, 2022

COLÉGIO PEDRO II

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA

BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER

CATALOGAÇÃO NA FONTE

P586 Picalho, Cíntia Daniele da Silveira

Caderno de práticas contra-hegemônicas para o ensino de física e justiça social / Cíntia Daniele da Silveira Picalho; Eduardo Folco Capossoli. 1. ed. - Rio de Janeiro: Imperial Editora, 2022.

59 p.

Bibliografia: p. 56-59.

ISBN: 978-65-5930-008-2.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Física moderna (Ensino médio). 3. Hegemonia. 4. Justiça social. 5. Representatividade. 5. Relações de gênero. I. Capossoli, Eduardo Folco. II. Título.

CDD 530

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Simone Alves – CRB7 5692.

RESUMO

Este caderno pedagógico é resultado de estudos pautados na concepção da contra-hegemonia e na sua leitura voltada para práticas educativas, compreendendo a Escola como um espaço promovedor de equidade social e destinando a ela ações que promovam representatividade a todos os indivíduos que a constituem. Este material pedagógico busca dar protagonismo às mulheres cientistas, através de práticas pedagógicas que utilizam tópicos da física moderna e contemporânea como veículo para abordar a representatividade de gênero no âmbito científico, através do tema da sub-representação de mulheres na ciência da natureza, especificamente na física. Essas práticas pedagógicas foram construídas no formato de sequências didáticas, a partir da pesquisa “A Física Moderna E Contemporânea Como Proposta Contra-Hegemônica Para Abordar A Sub-Representação Feminina Na Física”, no âmbito do Programa de Mestrado Profissional em Práticas de Educação Básica, do Colégio Pedro II – RJ. Este caderno pedagógico é o produto educacional da pesquisa realizada e sua confecção foi baseada na coleta de dados provenientes de um curso de extensão também oferecido pelo Colégio Pedro II– RJ no ano de 2022, para docentes de ciências da natureza da Educação Básica. A confecção desse produto educacional buscou a possibilidade de ser utilizado como ferramenta pedagógica por docentes da Educação Básica a fim de contribuir para o processo de formação cidadã dos discentes e docentes. O objetivo principal deste material é colaborar com a prática pedagógica de qualidade que leve para a sala de aula criticidade em relação a temática de igualdade de gênero, abordando a realidade da invisibilidade e da sub-representação de mulheres na área de ciências da natureza, de forma específica, na física.

Palavras-chave: Contra-Hegemonia; Física Moderna e Contemporânea; Sub-Representação Feminina

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	7
2 INTRODUÇÃO	9
3 FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NA EDUCAÇÃO BÁSICA POR QUÊ?	11
4 POR QUE É IMPORTANTE FALAR DE MULHERES NA FÍSICA?	13
5 AS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS	16
5.1 Lugar de mulher é onde ela quiser!	17
5.2 Prática I: A Rainha Das Galáxias	17
5.3 Prática II: A mulher que fotografou o invisível	28
6 PODER E PRECONCEITO	39
6.1 Mulheres que inspiram	40
6.2 As mulheres que mais colaboraram com as pesquisas para a criação da vacina contra o COVID-19	51
6.3 Iniciativas Científicas	54
Referências Bibliográficas	56



1 APRESENTAÇÃO

Este caderno pedagógico é fruto do projeto que envolveu a pesquisa “A física moderna e contemporânea como proposta contra-hegemônica para abordar a sub-representação feminina na física”, realizada pelo curso de Mestrado Profissional em Práticas da Educação Básica do Colégio Pedro II, no Rio de Janeiro, entre os anos de 2021 e 2022. O compromisso da instituição com o campo da educação exige para conclusão do curso a elaboração de uma dissertação e de um produto educacional que seja uma ferramenta pedagógica para outros docentes. Assim, esse caderno pedagógico representa o produto educacional da pesquisa citada.

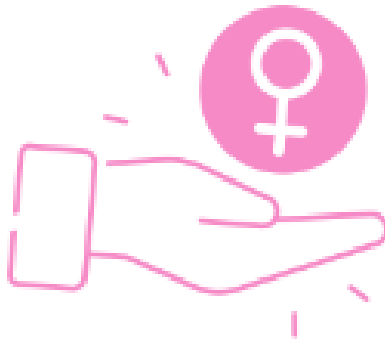
Esse produto educacional foi desenvolvido para atender as dimensões exigidas pelo programa de mestrado, como a dimensão da replicabilidade e de inovação. Dessa forma, sua elaboração foi direcionada para utilização proveitosa de colegas professores que lecionam ciências da natureza, especificamente, que lecionam a disciplina de física. Também foram consideradas minhas experiências docentes no processo criativo. O objetivo principal desde material é colaborar com uma prática educativa de qualidade e que leve para a sala de aula criticidade em relação às injustiças sociais vivenciadas pela sociedade contemporânea. O tema gerador propõe reflexões que envolvem a realidade da sub-representação de mulheres na área de ciências da natureza e apresenta a invisibilidade de mulheres que escolheram como atuação acadêmica e profissional o domínio da física.

Este material se destina a educação básica, preferencialmente para o segmento do ensino médio, através da possibilidade do uso das práticas contra-

hegemônicas por professores e professoras que atuam no espaço escolar. As práticas educacionais contra-hegemônicas podem ser caracterizadas por sua contribuição ao processo de formação cidadã, como forma de resistência a um sistema educacional excludente e na busca por justiça social. Esse instrumento educacional traz uma proposta para a disciplina de física, através da temática da desigualdade de gênero e uso da física moderna e contemporânea com os temas da matéria escura e buraco negro.

Esperamos despertar o interesse dos leitores e contribuir com uma prática de sala de aula envolvida com as contradições e diversidades que marcam a sociedade no momento atual.

Boa leitura!



Imagine como seríamos mais felizes, o quão livres seríamos para sermos nós mesmos, se não tivéssemos o peso das expectativas de gênero.

Chimamanda Ngozi Adichie



2 INTRODUÇÃO

A principal característica desde caderno é a utilização de uma disciplina que pertence ao currículo do ensino médio como veículo para abordar além de suas teorias e apreciações, questões que envolvam injustiças sociais vivenciadas pela sociedade na qual os estudantes da educação básica estão inseridos. Ao construir esse material pensei em minhas aulas de física e como poderia levar para meus estudantes um significado ainda maior do que as teorias e fórmulas apresentadas no programa da disciplina, consideradas instigante para uns e rejeitada por outros. A disciplina de física é considerada por um relevante grupo de estudantes como uma disciplina dura, que usa, não apenas como linguagem, mas como forma essencial a matemática. Acredito que tal consideração tenha relação com as práticas de sala de aula reproduzidas por professores que acreditam no uso da disciplina apenas por suas características técnicas. O estudo e leitura sobre o “professore reflexivo” do filósofo que considera reflexões sobre a educação, Donald Schon (1992), me trouxeram considerações acerca de minha atuação profissional que passaram a ser conduzidas pela caracterização do docente como um profissional que não atua como um simples transmissor de conteúdos curriculares, mas que pondera as experiências de estudantes, de outros professores e de toda comunidade escolar. Logo as implicações trazidas por Henry Giroux (1997), um dos primeiros teóricos da pedagogia crítica, também passaram a fazer sentido em minha prática educacional, ao defender que um docente atuando como um “intelectual transformador”, atua diretamente no campo político e deve desenvolver para além do programa, adaptações que se relacionem com a

realidade e com as necessidades de seu grupo de estudantes. A vontade de me transformar e atuar como uma profissional docente de física mais compromissada com questões sociais e com diversidades que marcam a sociedade contemporânea surgiu organicamente e foram fundamentadas pelas ideias da contra-hegemonia. As concepções da contra-hegemonia vista como forma de resistência social, interpreta a educação como o caminho para a transformação de uma sociedade mais justa. A escolha pela temática da desigualdade de gênero se justifica pelas minhas experiências acadêmicas envolvendo o ramo da física na Universidade. Essas experiências mostram que meu grupo composto por mulheres sempre se manteve em minoria durante toda minha formação em licenciatura em física.

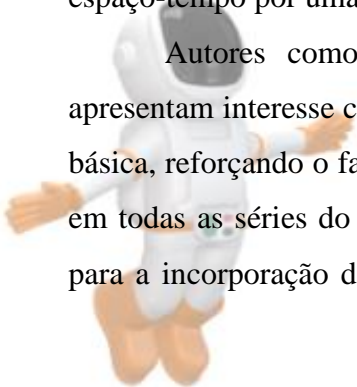
A imersão trazida pelos referenciais teóricos da contra-hegemonia e da sub-representação feminina na física, além do uso da física moderna e contemporânea como veículo educacional, garantiu à pesquisa o desenvolvimento do curso intitulado “ A busca por igualdade social através da física moderna e contemporânea”. Esse curso foi desenvolvido pela plataforma *Moodle*, disponibilizada pelo Colégio Pedro II - RJ, no ano de 2022. O público alvo foi de professores e professoras de ciências da natureza e principalmente docentes de física. Através de atividades modeladas em questionários investigativos, foi possível considerar os referenciais teóricos da contra-hegemonia, da física moderna e contemporânea e da sub-representação feminina da física associados às experiências profissionais e realidades educacionais dos cursistas, que foram considerados especialistas dessa pesquisa. Dessa maneira, o resultado da pesquisa trouxe entendimentos acerca desse universo e possibilitou adequações nas práticas pedagógicas contra-

hegemônicas apresentadas no curso. Essas práticas pedagógicas podem ser vistas na seção 5 “ Práticas pedagógicas”.

3 FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NA EDUCAÇÃO BÁSICA POR QUÊ?

Podemos compreender a física moderna e contemporânea (FMC) como um ramo específico da disciplina de física. A autora Picalho (2020) apresenta a FMC como a física que abrange descobertas científicas que agregam o conjunto de teorias que lidam com fenômenos que vão desde as escalas atômicas e subatômicas (da magnitude da constante de Planck, $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg/s}$), até fenômenos que envolvem altas magnitudes de velocidades (nas proximidades da velocidade da luz, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$). Para um entendimento mais evidente, a FMC contempla o conteúdo o estudo da Mecânica Quântica, descrevendo o comportamento da matéria em uma escala subatômica e o conteúdo da Teoria da Relatividade (Especial e Geral) que desvendam o espaço-tempo por uma nova óptica, física de altas energias e etc.

Autores como Higa; Groch (2015) e Schittler; Moreira (2016) apresentam interesse com a inserção da FMC no ensino de física da educação básica, reforçando o fato de que os conteúdos da FMC estão sendo ensinados em todas as séries do ensino médio e que materiais didáticos são essenciais para a incorporação da FMC ao currículo e aos planejamentos de física. A

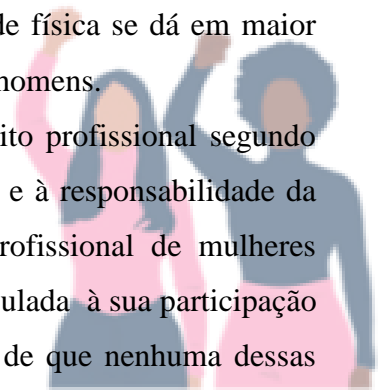


pesquisa realizada apresentou a relevância dos assuntos tratados pela FMC além da preocupação e interesse dos docentes pela sua inserção no programa de física do ensino médio. Como resultado de pesquisa a FMC deve ser utilizada na educação básica pela sua relevância acadêmica e cotidiana. Sua importância está atribuída a sua construção de conhecimento pelos assuntos mais atuais desenvolvidos pelas pesquisas físicas e sua relevância cotidiana está relacionada a busca e interesse dos discentes que se conectam à cultura pop através de filmes e séries que abordam tais assuntos. Com base nos autores citados e no resultado da pesquisa desenvolvida, produzir material que trate assuntos da FMC a fim de se contribuir com a sua inserção e com a prática educacional de colegas professores é necessário.

4 POR QUE É IMPORTANTE FALAR DE MULHERES NA FÍSICA?

O campo da física é pouco representado por mulheres, segundo a análise quantitativa de Agrello; Garg (2009) em relação ao número de mulheres na indústria ou em pesquisas acadêmicas. Mulheres são potencialmente sub-representadas em escolhas profissionais na ciência física. No ramo da física elas são desencorajadas mesmo que possuam grande potencial intelectual. Os autores ainda afirmam que, a desistência no curso de física se dá em maior número por mulheres se comparado a desistência de homens.

A desigualdade de gênero existente no âmbito profissional segundo Agrello; Garg (2009) está associada ao papel social e à responsabilidade da maternidade atribuída às mulheres. A trajetória profissional de mulheres cientistas é vinculada à sua produção acadêmica vinculada à sua participação no trabalho doméstico e à maternidade, no sentido de que nenhuma dessas atividades devem acometer em sua produtividade. Essa disparidade aponta para um enorme preconceito tradicionalista que pode representa uma sociedade com características machistas, que coloca mulheres com fundamental responsabilidade pela maternidade e pelas funções domésticas. A autora Faria (2018) compreende que as diferenças na participação feminina no campo científico e acadêmico na sociedade brasileira tem base no conceito da divisão sexual do trabalho que define as condições sociais que mulheres e homens ocupam na sociedade. Dentro desse conceito, a autora afirma que existe um modelo de delegação que polariza o emprego de mulheres e o crescimento da



categoria de profissões a nível superior e de profissões executivas, responsável por reforçar as desigualdades entre mulheres a nível racial e de diferentes classes sociais. A garantia de equidade é dependente das relações sociais de gênero construídas. No ramo científico, mulheres continuam sofrendo discriminação e reproduzindo a desigualdade do trabalho doméstico.

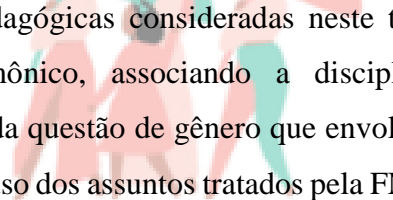
Ao analisarem questões que envolvem sobre essas questões de gênero, sociedade e cultura na ciência, as autoras Blue, Traxler e Cid (2018) denunciam que a representação de mulheres está vinculada às políticas e recursos que inferiorizam o corpo docente feminino, além da cultura do estereótipo masculino como representante da física. Nos últimos cem anos, as profissionais no ramo da física representam apenas de 10% a 12% da maioria dos países em desenvolvimento, como o Brasil. A autora Negri (2019) aponta para um estudo mais recente que mostrou que mulheres representam apenas 24% dos beneficiários de um subsídio do governo brasileiro concedido aos cientistas mais produtivos do país, a bolsa produtividade. Tal estudo evidencia que a sub-representação de mulheres físicas em posições de liderança persiste, sendo as mulheres cientistas apenas 14% da Academia Brasileira de Ciências.

A distribuição de bolsas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, as bolsas CNPq, foi analisada pelas autoras Menezes; Brito; Anteneodo (2017) com a finalidade de caracterizar a participação de mulheres em diferentes estágios de formação acadêmica e profissional relacionadas ao ramo específico da física. Como resultado, as autoras informam uma redução contínua do percentual de bolsas destinadas às mulheres, que representa 21%. Segundo dados acessíveis na página do CNPq, os percentuais de bolsas para mulheres na física são sempre mais baixos do

que os percentuais médios de bolsas distribuídas para mulheres de todas as áreas. A importância da representatividade de mulheres na física é tamanha que foi tema de conferência internacional, a *Conderence For Undergraduate Women in Physics*, realizada pela Sociedade Americana de Física (APS), em 2021. O evento abriu espaço para a trajetória e dificuldades enfrentadas por mulheres que atuam em pesquisas físicas. A presidente do Grupo de Gênero da Sociedade Brasileira de Física (SBF) e docente do Instituto de Física (IF) da UFMT, professora Erica de Mello e Silva declara que a disparidade de gênero na física “é um problema para o desenvolvimento da sociedade e que deve ser enfrentado”.

Com base no que foi apresentado no referencial teórico da pesquisa e nos resultados apontados na mesma, levar para a sala de aula a temática de gênero se faz relevante pela construção de uma sociedade futura que não perpetue as injustiças relacionadas às mulheres e a ciência. Os especialistas da pesquisa apresentaram preocupação e interesse em ações pedagógicas que buscam dar protagonismo às mulheres cientistas na física acreditando no potencial incentivo às meninas, que devem se sentir livres em suas escolhas acadêmicas e profissionais.

5 AS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS



As práticas pedagógicas consideradas neste trabalho apresentam um aspecto contra-hegemônico, associando a disciplina de física com o enfrentamento social da questão de gênero que envolve mulheres atuantes no ambiente da física. O uso dos assuntos tratados pela FMC, associam as práticas pedagógicas aos percursos profissionais e às descobertas científicas de mulheres cientistas.

Essas práticas educacionais foram desenvolvidas em formato de sequências didáticas. Uma sequência didática pode ser compreendida como prática pedagógica organizada e que promove interação docente-discente. O autor Zabala (1998) define uma sequência didática como sendo um aglutinado de atividades com estruturas organizadas e articuladas para fins educacionais. Segundo o autor, uma sequência didática deve possuir início e fim conhecidos tanto pelos professores como pelos estudantes que a usaram. Batista et al (2017) definem que a escolha de um tema norteador é o primeiro passo para se produzir uma sequência didática. Tal tema deve ser questionado e problematizado nas escolhas de conteúdo e nos objetivos a serem alcançados na prática educacional. A produção das práticas pedagógicas deste caderno se basearam nesses autores e tem como tema norteador a sub-representação de mulheres na física.

5.1 Lugar de mulher é onde ela quiser!

A luta e as conquistas do movimento feminista garantiram às mulheres contemporâneas a possibilidade de escolhas profissionais que tenham relação com as suas habilidades e interesses. Nesse sentido, refletindo sobre a relação existente entre a representação da ciência e as mulheres, “lugar de mulher é onde ela quiser!” traz uma crítica ao afirmar que cada mulher sabe o melhor lugar para si mesma e que uma sociedade ou um grupo excludente não devem determinar onde ela deve atuar.

Os modelos de práticas educacionais trazidos propõem dar protagonismo às cientistas mulheres utilizando para isso suas escolhas por carreiras envolvidas com a astronomia. O estudo da astronomia se enquadra nos assuntos trazidos pela física moderna e contemporânea (FMC). Acredita-se que esse assunto seja um dos principais conteúdos trazidos por diferentes fontes midiáticas as quais os estudantes do ensino médio estão expostos. Surge assim, uma necessidade de trazer entendimento teórico sobre tais assuntos na educação básica.

5.2 Prática I: A Rainha Das Galáxias

Será apresentada a trajetória acadêmica de Vera Rubin, responsável pela descoberta da matéria escura, para evidenciar a sub-representação de mulheres na física, apontando as escolhas e dificuldades vivenciadas pela cientista. A estrutura organizacional da prática pedagógica intitulada “A rainha das galáxias” pode ser vista no quadro 1.

Quadro1 -Modelo de sequência didática com o tema matéria escura

A rainha das galáxias Público alvo indicado– 2ª série Duração indicada: 3 encontros de 50 minutos cada					
ETAPAS	CONTEÚDO	DURAÇÃO	OBJETIVO	METODOLOGIA	FERRAMENTA
1	Trajetória profissional da astrônoma Vera Rubin	50 minutos	Evidenciar a sub-representação feminina na Física, pelas experiências acadêmicas vividas pela cientista.	O professor deverá apresentar fatos sobre a trajetória profissional e acadêmica da cientista, a fim de promover reflexões e discussões à cerca de suas experiências e comunicar sua colaboração na ciência.	Recursos visuais com a imagem da cientista.
2	Teoria da Física Clássica	50 minutos	Calcular a velocidade de rotação de uma estrela	O professor deverá ensinar através do conteúdo de gravitação universal o cálculo da velocidade de corpos em órbitas circulares.	Livro didático e material instrucional feito pela pesquisadora
			Analisar o gráfico de	O professor deverá apresentar o	

3	Teoria da Física Moderna e Contemporânea	50 minutos	rotação das estrelas; Observar a discrepância e a possibilidade de um novo tipo de matéria: a matéria escura; Associar a análise gráfica à principal cientista responsável por essa observação experimental.	gráfico da curva de rotação das galáxias espirais, para que, junto de seus alunos, análise os resultados experimentais e os resultados teóricos que divergem.	. Imagem gráfica.
---	--	------------	--	---	-------------------

Fonte: Autores, 2022

A sequência didática apresentada possui 3 etapas, cada uma com a duração de 50 minutos, totalizando 150 minutos para a aplicação da atividade educacional. As etapas da sequência didática “A rainha das galáxias”, podem ser vistas a seguir.

5.2.1 Etapa 1: Trajetória profissional da cientista Vera Rubin

Objetivo: Evidenciar a sub-representação feminina na Física através das experiências vividas pela cientista ao longo de sua vida acadêmica e profissional.

Figura 1 - Quem foi Vera Rubin?



Fonte: Revista Galileu, 2016

A astrônoma Vera Cooper Rubin (1928 – 2016) nasceu na Filadélfia e marcou a luta pela importância da mulher na pesquisa. (Espaço do conhecimento UFMG) Devido a sua paixão desde criança pelo céu, cursou astronomia e foi a única mulher de sua turma a se formar. Em 1951, realizou seu mestrado na universidade de Cornell. Nunca obteve resposta da universidade de Princeton para cursar a pós-graduação, pois a mesma não aceitava mulheres. Em 1954, ingressou no doutorado na universidade de George Town, onde foi orientada por George Gamow (1904-1968), um dos defensores da conhecida teoria da origem e expansão do universo, a teoria do *Big Bang*. Sobre sua orientação acadêmica, é importante destacar o fato de que ocorria pelos corredores da

universidade já que para mulheres não era permitido o acesso aos gabinetes. Em George Town, Rubin pesquisou sobre a distribuição de galáxias e chegou à conclusão de que elas se organizavam em grupos e não de forma aleatória, como se pensava na época. Anos depois, em 1962, lá se tornou professora.

Vera Rubin foi a primeira mulher a ter acesso aos equipamentos do Observatório de Palomar. Como primeira representante feminina na dinâmica do observatório, sentiu a necessidade de cortar uma figura em forma de saia para colar no banheiro masculino, já que nesse lugar não havia banheiro para ser usado por mulheres.

Ainda como pesquisadora, estudou a curva de rotação da galáxia Andrômeda. Em relação ao sistema solar, quanto mais afastado do sol, mais lenta é a velocidade orbital dos planetas. E o que se acreditava na época era que o mesmo ocorria com a velocidade de rotação das estrelas, quanto mais afastada do centro da galáxia, menor a sua velocidade. No entanto, Vera e colaboradores observaram que a velocidade das estrelas mais distantes do centro da galáxia era semelhante a velocidade das estrelas mais próximas a ele. Um fenômeno inesperado e também observado para todas as galáxias.

Em 1970, “quando pesquisava movimentos de rotação de galáxias espirais, Rubin observou que as estrelas que ficavam na borda dessas galáxias se movimentavam mais rápido que as outras – algo que não poderia ser explicado levando-se em conta apenas a matéria "normal" e visível do universo” (STAUDENMAIER, 2016).

Vera e seus colaboradores contribuíram com os estudos científicos através da teoria de que uma quantidade de matéria invisível estaria exercendo força gravitacional intensa sobre as galáxias, permitindo que estrelas distantes

tenham sua velocidade parecida com a velocidade de estrelas mais próximas ao seu centro. Essa massa invisível por não interagir com radiação eletromagnética, como a luz, foi chamada posteriormente de matéria escura.

Essa contribuição de peso sem dúvida garantiu avanços nas pesquisas científicas em relação à astrofísica, publicando 144 artigos científicos. Vera Rubin foi premiada em 1996 com a Medalha de Ouro da Sociedade Astronômica Real, segundo a *Space Today TV*, um fato importante para a ciência e para cientistas mulheres.

Figura 2 - Resumo com curiosidades sobre Vera Rubin



Fonte: Autores, 2022

Rubin deixou seu legado de luta pela importância das mulheres na pesquisa. Em 1989, ela defendeu a liberdade e a igualdade na educação, dizendo em entrevista: “Em vez de ensinar física às meninas, deveríamos ensiná-las, desde cedo, que elas podem aprender tudo aquilo que quiserem” (STAUDENMAIER, 2016).

Atividade em grupo: Possíveis perguntas para roda de conversa e reflexão.

- 1) Você acha razoável uma instituição de ensino e pesquisa não ter acesso livre às mulheres pesquisadoras e conseqüentemente não possuir banheiros para elas?

- 2) O prêmio Nobel é considerado um importante marco de reconhecimento na carreira de um cientista ao realizar uma grande contribuição em sua área de atuação. A descoberta da matéria escura por Vera Rubin, sendo considerada uma grande contribuição para a física, mereceria a premiação Nobel? Na sua opinião, por que não lhe foi concebida tal premiação?

5.2.2 Etapa 2: Teoria da Física Clássica

Objetivo: Calcular a velocidade de rotação de uma estrela no centro de uma galáxia.

A Lei da Gravitação Universal é uma lei física que foi desenvolvida pelo físico Isaac Newton. É utilizada para calcular o módulo da atração gravitacional existente entre dois corpos massivos. A força gravitacional é sempre atrativa e age na direção que liga os dois corpos. Dessa forma, se afirma que: “Dois corpos atraem-se mutuamente com forças que têm a direção da reta que os une e cujas intensidades são diretamente proporcionais ao produto de suas massas e inversamente proporcionais ao quadrado da distância que os separa.” (FERRARO; SOARES; FOGO, 2013)

A expressão utilizada para o cálculo do módulo da força gravitacional é

Força Gravitacional = $\frac{GMm}{d^2}$ (1), onde G é a constante gravitacional, M e m são as massas dos corpos que sofrem atração e d é a distância que os separa.

Sendo a força de atração gravitacional uma força que aponta sempre na direção que liga os dois corpos, é considerada um tipo de força central, assim como a força centrípeta, que atua nos corpos em movimento circular. Portanto, podemos definir que

Força Gravitacional = *Força Centrípeta*.

Para cálculos, temos $\frac{GMm}{d^2} = \frac{mv^2}{d}$ (2)

Como calcular a velocidade de rotação de uma estrela?

Se compararmos a equação que define a lei da gravitação universal com a equação da força centrípeta exercida sobre uma estrela, considerando seu movimento circular uniforme e que a distância da estrela ao centro de sua galáxia é representada por R, podemos estabelecer que:

$$v^2 = \frac{GM}{R} \rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{R}} \quad (3)$$

Assim, podemos concluir que o quadrado da velocidade de rotação da estrela ao quadrado é inversamente proporcional a sua distância ao centro da galáxia.

$$v^2 \propto \frac{1}{R} \quad (4)$$

A conclusão que se obtém é que, quanto mais afastada do centro da galáxia, menor velocidade de uma estrela.

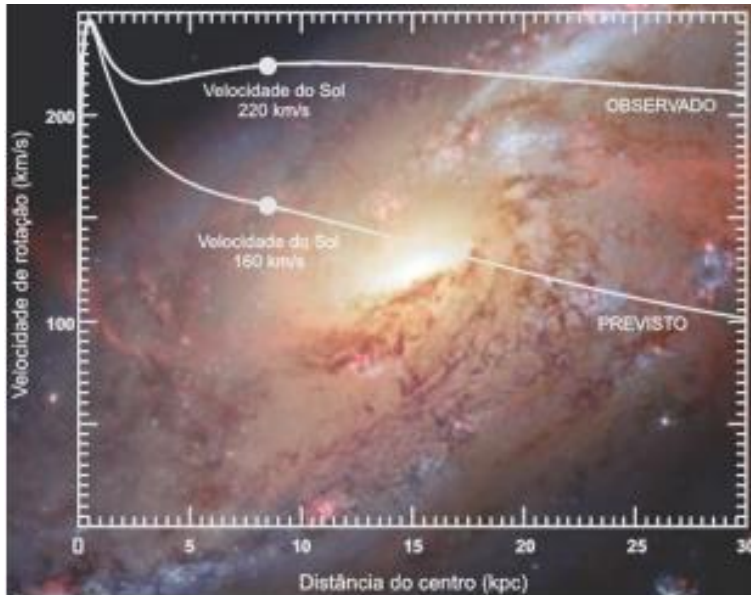
5.2.3 Etapa 3: Teoria da Física Moderna e Contemporânea

Objetivo: Analisar o gráfico de rotação das estrelas. Observar a discrepância e a possibilidade de um novo tipo de matéria: a matéria escura. Associar a análise gráfica à principal cientista responsável por essa observação experimental.

Apresentação do gráfico sobre a curva de rotação das galáxias espirais

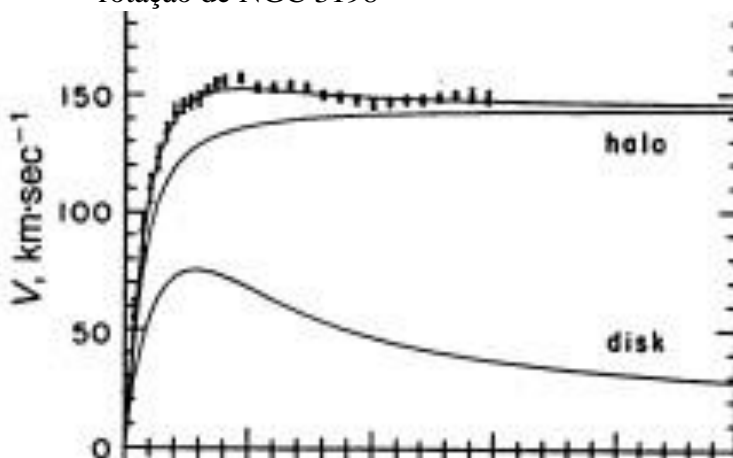
Nesse momento, é interessante abordar com os estudantes que o resultado experimental diverge do resultado teórico, segundo as observações e Vera Rubin e seus colaboradores. Seus apontamentos científicos indicavam que uma quantidade de matéria invisível estaria exercendo força gravitacional intensa sobre as galáxias. Dessa forma, estrelas distantes tem sua velocidade parecida com a velocidade de estrelas mais próximas ao centro da galáxia.

Figura 3 - Curva ilustrativa do comportamento da velocidade de rotação de estrelas em torno do centro galácticos, mostrando a diferença dos valores observados e previsto para qualquer galáxia.



Fonte: (GUSMÃO; VALENTE; DUARTE, 2017)

Figura 4-Três decomposições alternativas da curva de rotação de NGC 3198



Fonte: (RUBIN, 1993)

Análise gráfica: Próximo ao centro, os resultados experimentais estão de acordo com os resultados teóricos, porém divergem no alo. Acredita-se que essa discrepância é devido ao novo tipo de matéria, posteriormente denominada matéria escura.

O conceito da matéria escura foi proposto em 1933, por Fritz Zwicky. Vera Rubin e seu colega Kent Ford, (FINGAS, 2016) forneceram as evidências científicas, nas décadas de 1960 e 1970. A modelagem científica atual mantém o trabalho de Rubin e Ford e determinou que mais de 90% do universo é feito de matéria escura. Sua colaboração científica está também relacionada a taxa de expansão do universo.

Figura 5 - Vera Rubin, a cientista da matéria escura



Fonte: (Arquivos e coleções especiais, Biblioteca do Vassar College, 2022)

5.3 Prática II: A mulher que fotografou o invisível

A realização potente da pesquisadora Katherine Bouman, responsável pelo primeiro registro fotográfico de um buraco negro, para gerar discussões acerca do envolvimento feminino na ciência foi modelada pela prática educacional “ A mulher que fotografou o invisível” e sua estrutura organizacional pode ser vista no quadro 2.

Quadro 2 - Modelo de sequência didática com o tema buracos negros

A mulher que fotografou o invisível Público alvo – 1ª série Duração: 3 encontros de 50 minutos cada					
ETAPAS	CONTEÚDO	DURAÇÃO	OBJETIVO	METODOLOGIA	FERRAMENTA
1	Teoria da Física Moderna e Contemporânea	50 minutos	Divulgação da primeira imagem de um buraco negro, teoria sobre a evolução estelar e aplicação questionário investigativo.	O docente apresentará a histórica imagem do primeiro buraco negro registrado e em seguida explicar a formação de um buraco negro estelar, através do ciclo de uma estrela. Após, aplicar a atividade: Quem é o cientista por trás da imagem?	Imagem do buraco negro, questionário investigativo (Questionário I), roda de conversa.
			Associação do fenômeno da	O professor deverá	

2	Teoria da Física Clássica Teoria da Física Moderna e Contemporânea	50 minutos	reflexão ao objeto cósmico não visível, o buraco negro; Compreensão teórica sobre buracos negros; Relação entre a previsão teórica de Einstein com o registro produzido.	associar o fenômeno da reflexão ao objeto cósmico não visível, o buraco negro. O professor deverá apresentar características, relação de formação e tipos de buracos negros	Material teórico de apoio.
3	Teoria da Física Moderna e Contemporânea	50 minutos	Aplicação da teoria sobre buracos negros e suas características.	Aplicação do questionário II que contém perguntas sobre buracos negros.	Questionário II.

Fonte: Autores, 2022

A sequência didática foi desenvolvida em 3 encontros divididos em etapas de 50 minutos cada, totalizando 150 minutos de prática educacional. As etapas da sequência didática “A mulher que fotografou o invisível” podem ser vistas nas próximas páginas.

5.3.1 Etapa 1: Física Moderna e Contemporânea

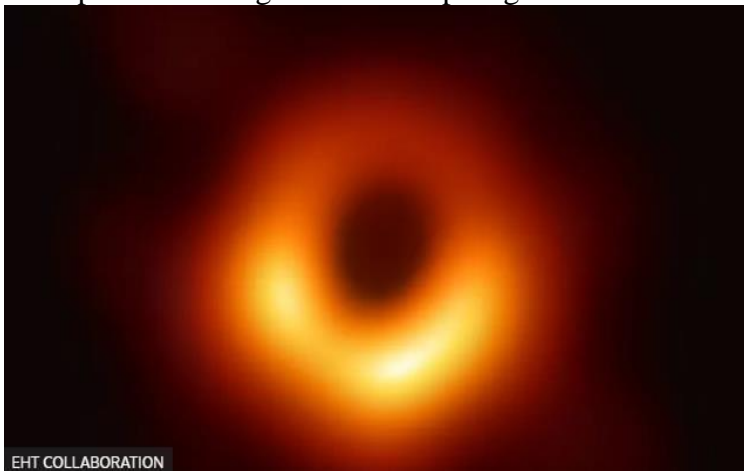
Objetivo: Divulgação da primeira imagem de um buraco negro, teoria sobre a evolução estelar e aplicação do questionário investigativo.

Atividade: Quem é o cientista por trás desta imagem?

Questionário investigativo I: Represente através de um desenho a figura de cientista que liderou a equipe de pesquisadores e contribuiu de forma potente para a realização deste registro.

Primeira imagem registrada do buraco negro

Figura 6 - A primeira imagem da história de um buraco negro: ele está cercado pelo brilho degases atraídos pela gravidade



Fonte: (BBC, 2019)

O buraco negro da imagem divulgada em 2019 pela revista BBC NEWS está no centro da galáxia M87, a cerca de 50 milhões de anos-luz da Terra.

Formação de um buraco negro estelar

Figura 7 - O ciclo de vida estelar



Fonte: (Perimeter Institute, acesso em 2022)

Após aplicação da atividade e divulgação dos desenhos feitos pelos estudantes, discutir e refletir com os eles a participação da pesquisadora e colaboradora do primeiro registro do buraco negro no centro da galáxia M87.

Por trás da histórica imagem de um buraco negro divulgada ao mundo, em abril de 2019, estão anos de trabalho de uma jovem cientista americana que liderou a criação de um algoritmo fundamental para esta mais nova conquista da ciência, a doutora em engenharia elétrica e ciência da computação pelo MIT, Katherine Bouman, a mulher que fotografou o invisível.

Acessar: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-47886045>

5.3.2 Etapa 2: Teoria da Física Clássica e FMC

Objetivo: Associação do fenômeno da reflexão ao objeto cósmico não visível, o buraco negro.

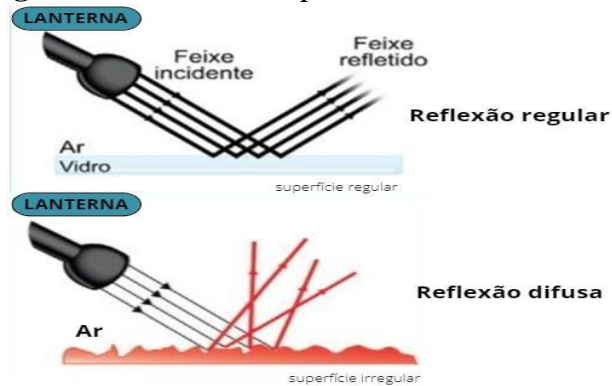
O método científico garantiu ao estudo da Óptica se desenvolver como uma ciência experimental. Foi Pierre de Fermat o contribuinte científico na elaboração do princípio fundamental da propagação da luz. Fermat “estabeleceu o Princípio do Tempo

Mínimo ao afirmar que a natureza da luz atua sempre pelo menor caminho” (MARTINS e PORTO, p. 19, 2018). Dessa forma, o princípio de propagação retilínea da luz é estudado como introdução ao estudo da Óptica Geométrica no ensino de física. “Num meio homogêneo e transparente a luz se propaga segundo trajetórias retilíneas. ” (FERRARO; SOARES; FOGO, p. 337, 2013)

Quando um feixe luminoso se propaga no ar e atinge uma superfície, como a do vidro, parte da luz penetra no mesmo e outra parte retorna para o meio em que se propagava. Considera-se que os raios luminosos que voltaram a se propagar no ar sofreram reflexão.

O olho humano é adaptado para enxergar a luz em consequência da reflexão difusa, ou seja, reflexão de raios que incidem em superfícies irregulares de objetos. A figura 3 diferencia a reflexão de raios luminosos em superfícies regulares e irregulares.

Figura 8 - Fenômenos ópticos da reflexão



Fonte: Autores, 2022

Em sua maioria, os objetos não emitem luz própria, mas reemitem a luz que incide sobre eles. Ao incidir em um objeto, além da reflexão, a luz pode sofrer o fenômeno da absorção.

A absorção ocorre quando o raio de luz incidente em um objeto é absorvido pelo mesmo e, como consequência, o aquece. Quando um raio luminoso atravessa um meio, parte de sua energia é absorvida pelas partículas presentes nesse meio.

No universo, existem objetos cósmicos que não emitem luz própria e não podem ser observados diretamente, pois absorvem toda a luz que chega até eles. Esses objetos cósmicos são denominados buracos negros. Um buraco negro tem por característica possuir alta densidade e campo gravitacional tão intenso que nem a luz consegue “escapar” dele.

Foi possível captar a imagem do buraco negro através da observação do disco de acreção, que é um tipo de estrutura formada pelo movimento orbital ao redor de um corpo central, como se fosse água em um ralo (CIÊNCIA E SAÚDE, 2019). Próximo ao buraco negro, a formação desse disco brilha quanto mais quente ele fica e dessa forma, emite luz.

Buracos negros e suas características

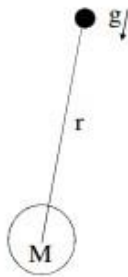
A formulação da Teoria da Relatividade Geral pelo físico Albert Einstein originou a ideia da existência de um buraco negro. Einstein durante dez anos e com a colaboração de muitos cientistas, dentre eles David Hilbert, formulou a sua nova teoria que passou a ser válida para sistemas não-inerciais (STEINER, 2010). A Teoria da Relatividade Geral teve sua versão final e apresentada em 1915 na Academia de Ciências da Prússia, na Alemanha que estava em guerra. O astrofísico Karl Schwarzschild envolvido na guerra como oficial do exército alemão, recebeu uma cópia do trabalho de Einstein. Schwarzschild se interessou ao ponto de encontrar uma solução para o caso de simetria esférica, contribuindo assim para o avanço as ideias de Einstein e falecendo logo em seguida.

A solução que Schwarzschild encontrou contém uma característica curiosa. Se pensarmos na fórmula da aceleração da gravidade produzida a uma distância r de um corpo de massa M , ela é facilmente obtida pela fórmula de Newton (ver quadro). No entanto, a solução de Schwarzschild introduz uma correção sobre a fórmula de Newton. Quando o raio é muito pequeno, essa correção pode ser apreciável. Em caso extremo, o termo de correção pode ter um denominador nulo! Em outras palavras, surge uma singularidade. Para uma dada massa, isso ocorre a um

raio chamado de Raio de Schwarzschild. (STEINER, p. 725-726, 2010)

A solução mencionada pode ser vista na figura9.

]
Figura 9 - Raio de Schwarzschild
 O raio de Schwarzschild



$$g(r) = \frac{GM}{r^2} \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{2GM}{rc^2}}}$$

$$\text{Se } \frac{2GM}{rc^2} = 1, \quad r_s = \frac{2GM}{c^2}$$

Fonte: (STEINER, 2010)

A conclusão que se pode chegar é que não é possível enxergar uma estrela se ela tiver um raio menor do que o raio de Schwarzschild. Os raios luminosos emitidos por essa estrela não conseguem se propagar pela aceleração infinita. Então, esse objeto resultante não se parece com uma estrela, mas sim com um buraco negro no espaço, que absorve a luz.

Hoje sabemos que existem pelo menos três tipos de buracos negros no universo. O buraco negro de Schwarzschild é considerado o modelo mais simples, que não considera rotação. Esse modelo é configurado por sua massa, singularidade e pelo horizonte de eventos.

De uma forma geral, podemos definir os buracos negro como sendo um corpo que:

...não possui mais pressão suficiente para produzir uma força para fora que contrabalance o peso de suas camadas externas o corpo colapsa matematicamente a um ponto! Este ponto é chamado de singularidade, onde a densidade tende ao infinito. O campo gravitacional é tão forte que nem mesmo a luz é capaz de escapar e por isso tal corpo é chamado de Buraco Negro. (BERGMANN et al, n.p., 2011)

Outros dois tipos de buracos negros existentes são o buraco negro de Kerr, que possui rotação e o buraco negro carregado que não possui rotação mas considera o colapso de um objeto eletricamente carregado (BERGMANN et al, 2011).

5.3.3 Etapa 3: Teoria da Física Moderna e Contemporânea

Objetivo: Aplicação da teoria sobre buracos negros e suas características.

Atividade: Como criar um buraco negro?

Na teoria, você pode ser capaz de fazer um buraco negro a partir de qualquer massa que possa comprimir em um tamanho pequeno o suficiente. Qualquer massa comprimida em um volume esférico com raio dado pelo raio de Schwarzschild, colapsa em um buraco negro.

Agora é sua vez de criar um buraco negro!

Você irá explorar a relação entre a massa de um objeto e a densidade que ele precisaria ter para colapsar em um buraco negro.

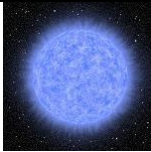


Questionário II


1) A tabela a seguir lista objetos com massas diferentes encontrados na nossa galáxia. **Complete a tabela calculando o raio de Schwarzschild para criar um buraco negro, o volume de um objeto com esse raio e a densidade necessária para formar um buraco negro.**

Utilize as informações a seguir em seus cálculos.

$$V_{esfera} = \frac{4\pi r^3}{3} \quad ; \quad \rho = \frac{M}{V} \quad ; \quad R_s = \frac{2GM}{c^2} \quad ; \quad G \sim 10^{-10} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$$

Quadro 3: Tabela com dados para criação de buracos negros.

Objeto	Massa (kg)	Raio de Schwarzschild (m)	Volume (m ³)	Densidade necessária pra formar um buraco negro (kg·m ⁻³)
 Estrela supergigante	10 ³²			
 Sol	10 ³⁰			
 Planeta Terra	10 ²⁵			

 Ser humano	10^2			
---	--------	--	--	--

Fonte: Autores, 2022

2) Considere as densidades necessárias para cada objeto da tabela formar um buraco negro.

a) Classifique os objetos da maior (1) à menor (4) densidade necessária para formar um buraco negro.

a) Qual padrão você nota nas massas dos objetos?

3) Escreva uma afirmação que descreva a relação entre densidade, massa, e a formação de buracos negros.

4) A densidade média de um núcleo atômico é $2 \cdot 10^{17} \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

a) Identifique as densidades na tabela que são maiores que essa densidade.

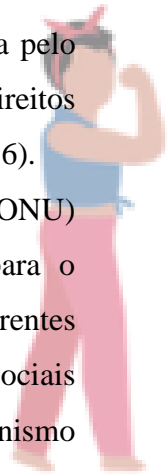
b) Examine quais forças podem resistir à compressão causada pela gravidade em densidades altas como essa.

6 PODER E PRECONCEITO

De acordo com o Índice Global de Lacuna de Gênero (Global Gender Gap Index), são necessários 108 anos para preencher a diferença existente nas desigualdades que envolvem homens e mulheres. A luta pelos direitos femininos ainda pode ser considerada uma luta recente, que começou a ganhar espaço pelo movimento feminista, que no século XX garantiu o início da participação de mulheres na política do Brasil. A Federação Brasileira pelo Progresso Feminino é então fundada em 1922, com o objetivando os direitos do povo e o livre acesso das mulheres ao campo de trabalho.(FAHS,2016).

O ano de 1975 foi intitulado pela Organização das Nações Unidas (ONU) como o Ano Interacional da Mulher, e passou a ser referência para o movimento feminista no Brasil. Grupos compostos por mulheres de diferentes gerações, de formação universitária e pertencentes a camadas sociais privilegiadas aproveitaram a cobertura e a proteção de um organismo internacional para promover a questão da mulher no país. O movimento incorporou questões de melhoramentos até os dias de hoje, como acesso a métodos contraceptivos, saúde preventiva, igualdade entre homens e mulheres, proteção à mulher contra a violência doméstica, equiparação salarial, apoio em casos de assédio, entre tantos outros temas pertinentes à condição da mulher (BIROLI, 2014).

A luta feminista além de ser contra a opressão e inferioridade designada às mulheres na sociedade ainda nos tempos atuais, busca por igualdade de direitos e oportunidades entre homens e mulheres. Ainda vivemos em uma sociedade patriarcal e machista que tolera a violência e a inferiorização da



mulher. Se inserir na causa feminista é acreditar que pode existir uma sociedade mais consciente e justa, que respeita e garante a os direitos e as escolhas de todos os seres sociais.

6.1 Mulheres que inspiram

Mulheres que inspiram traz a importância da atuação de mulheres envolvidas com a ciência para dar representatividade a grupos de mulheres e meninas que se interessam pela área. Serão apresentadas figuras de mulheres que se destacaram na academia de física pelo seu potencial e também pelas suas produções científicas que geraram benefícios para a sociedade. Serão também destacados e, “divulgação científica”, livros, séries e documentários relacionados à essas cientistas. Os QR-codes disponibilizados contêm mais informações sobre a história e trajetória profissional dessas mulheres.

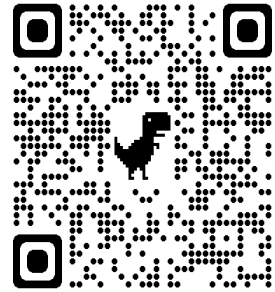


Marie Curie

Marie Curie nasceu na Polônia em 7 de novembro de 1867. Foi uma física e química que conduziu pesquisas pioneiras sobre radioatividade. Descobriu os elementos químicos rádio e polônio. Ela foi a primeira mulher a ser laureada com o Nobel e a única a ganhar o prêmio por duas vezes, em Física e Química, além de ter sido a primeira professora mulher na Universidade de Sorbonne, na França.

Para saber mais sobre Marie Curie, acesse o QR-code.

Figura 10—A brilhante Marie Curie



Fonte: (Historiahoy, acesso em 2022)

- **Divulgação científica**

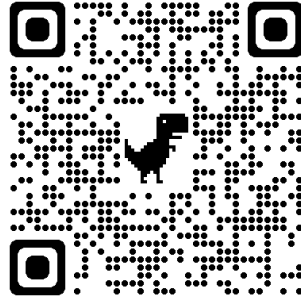
Filme: Radioatividade, disponível em *streamer*

Vídeo: Você sabe quem foi Marie Curie? Disponível em (<https://www.youtube.com/watch?v=CooRJoRPsGk>)

Mileva Maric Einstein

Mileva Einstein foi uma física e matemática de destaque, nasceu em 19 de dezembro de 1875, na Sérvia. A análise de documentos e cartas indica que a primeira mulher de Albert Einstein tenha colaborado com o físico em suas teorias que revolucionaram a Física.

Figura 11 - Mileva Einstein



Fonte: (Generation Entandem, 2017)

Relatos apontam que sua gravidez pode ter contribuído para que ela se afastasse do alto escalão que recebia mais destaque entre cientistas. Além disso, o preconceito com cientistas mulheres ajudou no seu esquecimento histórico. (MALHERBI, 2018)

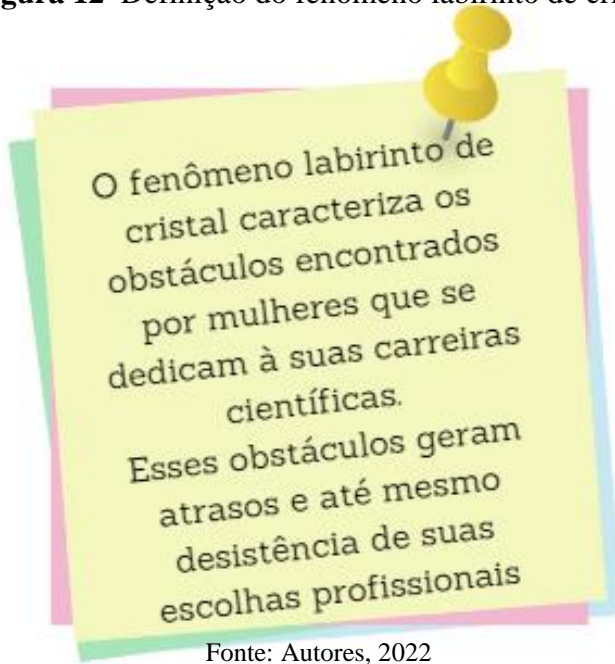
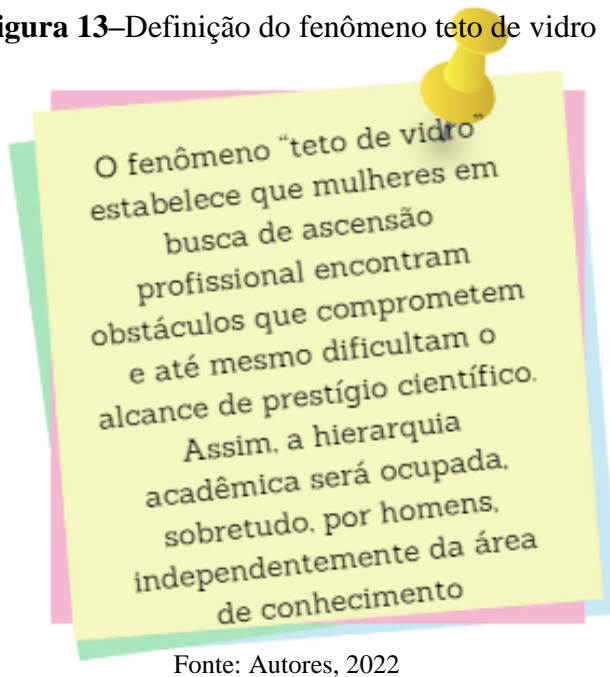
Para saber mais sobre Mileva Einstein, acesse o *QR-code*.

- **Divulgação científica**

Livro:Senhora Einstein, de Marie Benedict

As relações sociais desenvolvidas entre homens e mulheres acarretaram o surgimento de fenômenos que caracterizam a trajetória de mulheres, em relação as suas escolhas profissionais e acadêmicas.

Seria possível relacionar a trajetória acadêmica de Mileva aos fenômenos labirinto de cristal e teto de vidro se relacionarmos a sua maternidade como sua possível desistência na carreira científica.

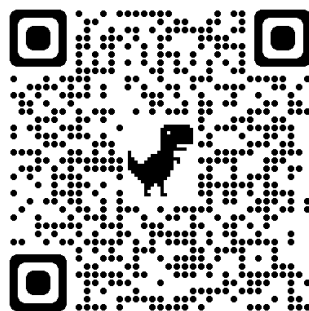
Figura 12–Definição do fenômeno labirinto de cristal**Figura 13**–Definição do fenômeno teto de vidro

Lise Meitner

Nascida em 7 de novembro de 1878, em Viena, Lise apesar do machismo existente na época, ingressou na universidade local e se graduou em física e conquistou o doutorado também em física. Se tornou a primeira assistente de Planck, mesmo ele se recusando a ensinar mulheres. Realizou parceria com Otto Hahn e trabalhou com seu sobrinho Frisch e com Niels Bohr. Entre suas descobertas temos a apresentação da teoria que explica a fissão nuclear. Apesar disso, Lise foi ignorada na premiação do Nobel dada a Hahn pela evidência química da fissão nuclear.

Para saber mais sobre Lise Meitner, acesse o QR-code.

Figura 14 - Lise Meitner,
a mulher que descobriu a fissão nuclear



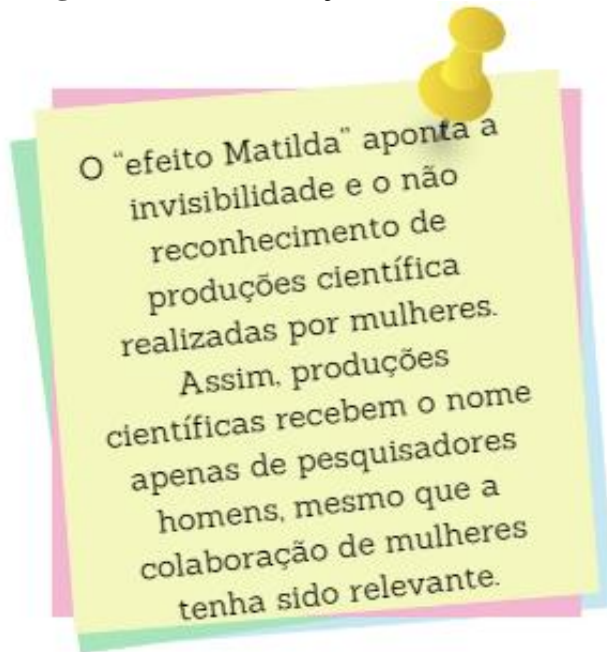
Fonte: Garotas de física, 2010

- **Divulgação científica:**

Documentário: Mulheres na ciência – física Lise Meitner disponível em (<https://www.youtube.com/watch?v=U2yTT8cWYoU>)

A trajetória profissional de Lise Meitner pode ter relação com um fenômeno que atinge mulheres e suas produções científicas, o efeito Matilda.

Figura 15–Caracterização do efeito Matilda



Fonte: Autores, 2022

Mildred Dresselhaus

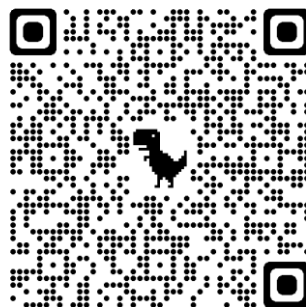
Mildred foi uma física estadunidense, nascida em 11 de novembro de 1930. Realizou pesquisas pioneiras sobre as propriedades fundamentais do carbono e foi famosa por seus esforços para promover a causa das mulheres na ciência e na educação feminina.

Para saber mais sobre Mildred Dresselhaus, acesse o QR-code.

Figura 16 - A Rainha do carbono,
MildredDresselhaus



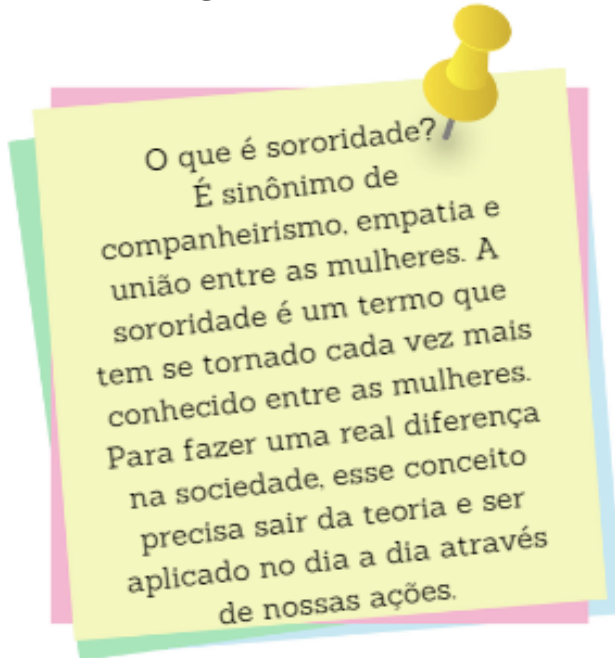
Fonte: Cientistas feministas, 2019



- **Divulgação científica:**

Vídeo: Queen of Carbon Science: The Mildred Dresselhaus Story disponível em (<https://www.youtube.com/watch?v=9FzZDRX6WzQ>)

Pela sua empatia com a causa feminina, quando pensamos em Mildred, pensamos em sororidade.

Figura 17 - Sororidade

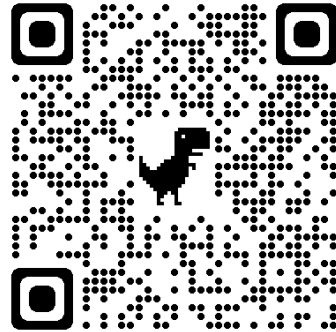
Fonte: Autores, 2022

Hery Lamarr

Lamarr nasceu em 9 de novembro de 1914, na Áustria. Foi responsável pela criação do sistema que serviu de base para os telefones celulares. Durante a Segunda Guerra Mundial, criou um sofisticado aparelho de interferência em rádio para despistar radares nazistas que patenteou em 1940.

Para saber mais sobre Hery Lamarr, acesse o *QR-code*.

Figura 18 - Hery Lamarr



Fonte: BBC News, 2020

Divulgação científica:

- **Vídeo:** Grandes Cientistas: Hedy Lamarr, disponível em (<https://www.youtube.com/watch?v=0rYKGYy51rc>)

A representatividade das físicas laureadas com o prêmio Nobel

A premiação do Nobel representa o reconhecimento de personalidades que desenvolveram ou desenvolvem ações e pesquisas em benefício de toda humanidade. Anualmente, existe uma cerimônia para a entrega do título dos vencedores e vencedoras. São premiadas as personalidades que receberam destaque em sua área de atuação no ano que antecede a cerimônia.

Representando a categoria Física e suas contribuições para a sociedade, desde 1901, apenas quatro mulheres foram laureadas com o prêmio junto de seus colaboradores.

É importante reportar que o Nobel, segundo a página da Sociedade Brasileira de Física, já foi criticado algumas vezes pela falta de diversidade de gênero em suas condecorações, apontado que no período de 1901 a 2017, apenas 48 mulheres ganharam o prêmio, em comparação com 892 homens.

A pioneira Marie Curie, em 1903 foi condecorada pelo estudo sobre o fenômeno da radiação.

Figura 19- Marie Curie, primeira mulher a ganhar o Prêmio Nobel



Fonte: Nobel Prize.org, acesso em 2022

Em 1963, a física teórica Maria Göppert-Mayer foi premiada por propor um novo modelo do envoltório do núcleo atômico.

Figura 20- Maria Göppert-Mayer



Fonte: Nobel Prize.org, acesso em 2022

A física Donna Theo Strickland foi laureada em 2018 por suas invenções inovadoras no campo da física do laser.

Figura 21- Donna Strickland, terceira mulher a ganhar o Prêmio Nobel de física



Fonte: Nobel Prize.org, acesso em 2022

Andrea Mia Ghez, astrônoma foi premiada em 2020 pela descoberta de um objeto compacto supermassivo no centro de nossa galáxia.

Figura 22- Andrea Ghez, ganhadora do Nobel de Física em 2020.



Fonte: Nobel Prize.org, acesso em 2022

6.2 As mulheres que mais colaboraram com as pesquisas para a criação da vacina contra o COVID-19

Em 30 de janeiro de 2020, a Organização Mundial da Saúde declarou o surto do novo corona-vírus como o mais alto nível de alerta da Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII), conforme previsto no Regulamento Sanitário Internacional. Após essa declaração países do mundo se envolveram com programas que buscaram por coordenação, cooperação e com solidariedade global para interromper a propagação do novo vírus.

No Brasil, A pandemia de COVID-19 teve início em 26 de fevereiro de 2020 e alterou significativamente nossas vidas, causando impactos a níveis sociais, emocionais e econômicos.

A busca por uma vacina eficaz como recurso capaz de nos proteger contra os sintomas da doença, que levou ao óbito mais de 680 000 de brasileiros, segundo a Secretaria Estadual de Saúde, foi protagonizada por três mulheres envolvidas nas pesquisas científicas de seu desenvolvimento. São elas: Ester Sabino, Daniela Trivella e Jaqueline Góes de Jesus.

A pandemia causada pelo vírus SARS-COV-2 interferiu no programa de mestrado e conseqüentemente, nesta pesquisa que por medidas sanitárias foi realizada na modalidade de ensino à distância (EAD). É importante trazer para esse trabalho a representatividade dessas mulheres que, de forma potente e eficiente, contribuíram para o controle do vírus e para a saúde da população.

(Fonte: Secretarias Estaduais de Saúde. Brasil, 2020)

Figura 23 -Dr. Ester Cerdeiro Sabino



Fonte: Academia Brasileira de Ciência, acesso em 2022

A Dra. Ester Cerdeiro Sabino é pesquisadora científica, membro da Academia Brasileira de Ciências, doutora em Imunologia e diretora do

Instituto de Medicina Tropical da USP. Ela foi líder do projeto de sequenciamento do genoma viral em menos de 48 horas. Suas contribuições auxiliaram no desenvolvimento de vacinas contra o COVID-19 e no diagnóstico da doença. (Fonte: Plataforma Lattes)

Figura 24 - Dra. Daniela Trivella



Fonte: Instituto Serrapilheira, 2019

A Dra. Daniela Trivella é bióloga, mestre em Biotecnologia pela UFSC, doutora em Ciências Físicas e Biomolecular pela USP e pós-doutora no Instituto de Química da Unicamp. Participa do grupo Rede Vírus que busca por tratamento para infectados pelo SARS-COV-2 através de reposicionamento de fármacos. (Fonte: Plataforma Lattes)

Figura 25 - Dra. Jaqueline Góes de Jesus



Fonte: BBC News Brasil, 2021

A Dra. Jaqueline Góes de Jesus é biomédica, doutora em Patologia Humana e Experimental e pesquisadora científica. Coordenou a equipe responsável pelo sequenciamento do genoma do vírus SARS-CoV-2 apenas 48 horas após a confirmação do primeiro caso de COVID-19 no Brasil.(Fonte: Plataforma Lattes)

6.3 Iniciativas Científicas

“Iniciativas Científicas” traz a consideração de páginas do aplicativo Instagram, muito utilizado pelos estudantes da educação básica, para dar acesso e visibilidade à incentivos de moças em programas científicos. São elas:

O uso da imagem e participação de mulheres no processo científico pode gerar representatividade entre meninas que se imaginam futuras cientistas. Além disso, considerar o trabalho de mulheres nas conversas e reflexões sobre determinados temas pode trazer a ideia de conscientização de rapazes que também fazem parte da sociedade e da luta por justiça social.



Meninas da Física

“Meninas da Física é um programa de extensão da Universidade Federal de Uberlândia” - @ meninasdafisica



Tem menina no circuito

Projeto criado por professores do Instituto de Física da UFRJ para incentivar meninas a gostar de ciências exatas e tecnologia.” - @temmeninocircuito



Gabriela Bailas

PhD Física de Partículas - @bibibailas



WiN Brasil

“Desmistificando a área nuclear e empoderando mulheres.” –
@ win_brasil_nuclear



Astrominas

“Empoderando meninas através da ciência!” - @astrominas



Garotas Cientistas

“Projeto que visa incentivar a atuação de meninas nas áreas de Ciências exatas, Engenharias e Computação.” - @garotascientistas

Referências Bibliográfias

AGRELLO, D.A. GARG.R. **Mulheres na Física: poder e preconceito nos países em desenvolvimento**. Revista Brasileira do Ensino de Física, v.31, n.1, 2009.

BATISTA. R.C, OLIVEIRA. J.E, RODRIGUES, S.F.P, **Sequência Didática - Ponderações teóricas - metodológicas**. UFMT, 2017

BBC News Mundo, **Marie Curie: por que anotações de cientista ficarão guardadas em caixas de chumbo por 1,5 mil anos**, nov, 2021 Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-59306398>

BBC NEWS. **Como algoritmo criado por jovem cientista possibilitou 1ª foto de buraco negro**, 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-47886045>

BERGMANN, T.S et al. **Buracos negros**. 2011 Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~thaisa/buracos-negros/>

BIROLI, F. **Autonomia e Desigualdades de Gênero: contribuições do feminismo para a crítica democrática**, Vinhedo: Editora Horizonte, v.39. n.1, 2014.

BLUE, Jennifer; TRAXLER, Adrienne L.; CID, Ximena C. **Gender matters**, *Citation: Physics Today* 71, 3, 40 , 2018.

CIÊNCIA E SAÚDE. **Astrônomos apresentam a primeira imagem de um buraco negro já registrada**, 2019. Disponível em [https://g1.globo.com/ciencia-e-](https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2019/04/10/astromosapresentam-a-primeira-imagem-de-um-buraco-negro-ja-registrada.ghtml)

[saude/noticia/2019/04/10/astromosapresentam-a-primeira-imagem-de-um-buraco-negro-ja-registrada.ghtml](https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2019/04/10/astromosapresentam-a-primeira-imagem-de-um-buraco-negro-ja-registrada.ghtml)

Espaço do conhecimento UFMG. **Conheça Vera Rubin, A Astrônoma E Rainha Das Galáxias**, Disponível em: <https://www.ufmg.br/espacodoconhecimento/vera-rubin/>. Acesso em 28 mai. 2022.

FARIA, I. B. **A trajetória das mulheres na ciência: As consequências e os desafios de produzir conhecimento em um mundo historicamente masculino**, UFJF, Instituto de Ciências Humanas, 2018

FERRARO, N.G.; SOARES, P.A. de T.; FOGO, R. **Física Básica: volume único**. São Paulo, Atual, 4 ed, 2013.

FINGAS, J. **Vera Rubin, cientista da matéria escura, morre aos 88 anos**. Engadget, 2016. Disponível em: <https://www.engadget.com/2016-12-26-dark-matter-scientist-vera-rubin>. Acesso em 28 mai. 2022.

GIROUX, H. **Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica de aprendizagem**. Tradução de Daniel Bueno. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

GUSMÃO, T. de C.; VALENTE, J.de A.; DUARTE, S.B. **A matéria escura no universo – Uma sequência didática para o ensino médio**. Revista Brasileira do Ensino de Física, vol. 39, n.4, ed. 4504, 2017

HIGA, I.; GROCH, T.M. **Professores de Física da rede estadual de ensino e suas práticas pedagógicas em Física Moderna e Contemporânea**, Ensino Em Re-Vista, v.22, n.2, p.281-298, jul./dez. 2015.

MACEDO, F. **BIOGRAFIAS DE FÍSICA DO SÉCULO XX - MARIE CURIE**. Univesidade do Minho, Escola de Ciências, jun, 2016 Disponível em: [:https://www.ecum.uminho.pt/pt/Media/Documents/Correio%20do%20Minho/2016/CM_04_06_16%2036.pdf](https://www.ecum.uminho.pt/pt/Media/Documents/Correio%20do%20Minho/2016/CM_04_06_16%2036.pdf)

MALHERBI, M. S. **Mileva Maric Einstein (1875-1948)**. UniCentrp, Paraná, 2018.

MENEZES, P. D.; BRITO, C.; ANTENEODO, C. **Mulheres na Física: Efeito Tesoura** – da Olimpíada Brasileira de Física à vida profissional. *Scientific American Brasil*, n. 177, p. 76- 80, 2017.

NEGRI, Fernanda de. **Mulheres na ciência no Brasil: ainda invisíveis?** Centro de Pesquisa em Ciência, 2019.

REVISTA GALILEU, **Morre Vera Rubin, astrofísica que confirmou a existência da matéria escura**, 2016. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2016/12/morre-vera-rubin-astrofisica-que-confirmou-existencia-da-materia-escura.html>. Acesso em agosto de 2022.

RUBIN, V.C. **Galaxy dynamics and the mass density of the universe**. *Proc. Natl. Acad. Sci, Colloquium Paper, USA*, v.90, p. 4814-4821, june, 1993.

SCHITTLER, D., MOREIRA, M. A. **É possível ensinar Física Moderna e Contemporânea no primeiro ano do Ensino Médio? Como? Uma UEPS de**

LASER DE RUBI como exemplo. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 9, n. 3, 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2407>. Acesso em: 02/11/2021

STAUDENMAIER, R. **Pioneira no estudo da matéria escura morre aos 88 anos**. *Made for minds*, 2016. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/astr%C3%B4noma-pioneira-no-estudo-da-mat%C3%A9ria-escura-morre-aos-88-anos/a-36918915>. Acesso em: junho de 2022.

STEINER, J. E., **A origem do universo e do homem**. Instituto de Estudos Avançados, Universidade de São Paulo, USP, 2006

VARGAS, M.D. **A contribuição de Marie Curie para a ciência e um olhar sobre o papel das mulheres cientistas.** Universidade Federal Fluminense, 2011 Disponível em: <https://fapesp.br/eventos/2011/11/quimica/vargas.pdf>

PERIMETER INSTITUTE. Disponível em <https://perimeterinstitute.ca/>

PICALHO, C.D.S. **Contrapontos Entre A Cosmogonia Antiga E A Ciência Moderna: Uma Proposta Para O Ensino De Cosmologia Para O Ensino Médio,** 2020.

SANTOS, INSTITUTO DE FÍSICA – UFRGS. **Einstein e Milena.,** 2000 Disponível em < <http://www.if.ufrgs.br/einstein/mileva.html> > Acesso em 15 de outubro, 2018.

TECMUNDO. **Quem é Katie Bouman, a cientista famosa pela foto do buraco negro?** 2019. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/ciencia/140329-katie-bouman-cientistafamosa-foto-buraco-negro.htm>

ZABALA, A.A **prática educativa: como ensinar.** Tradução de Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.