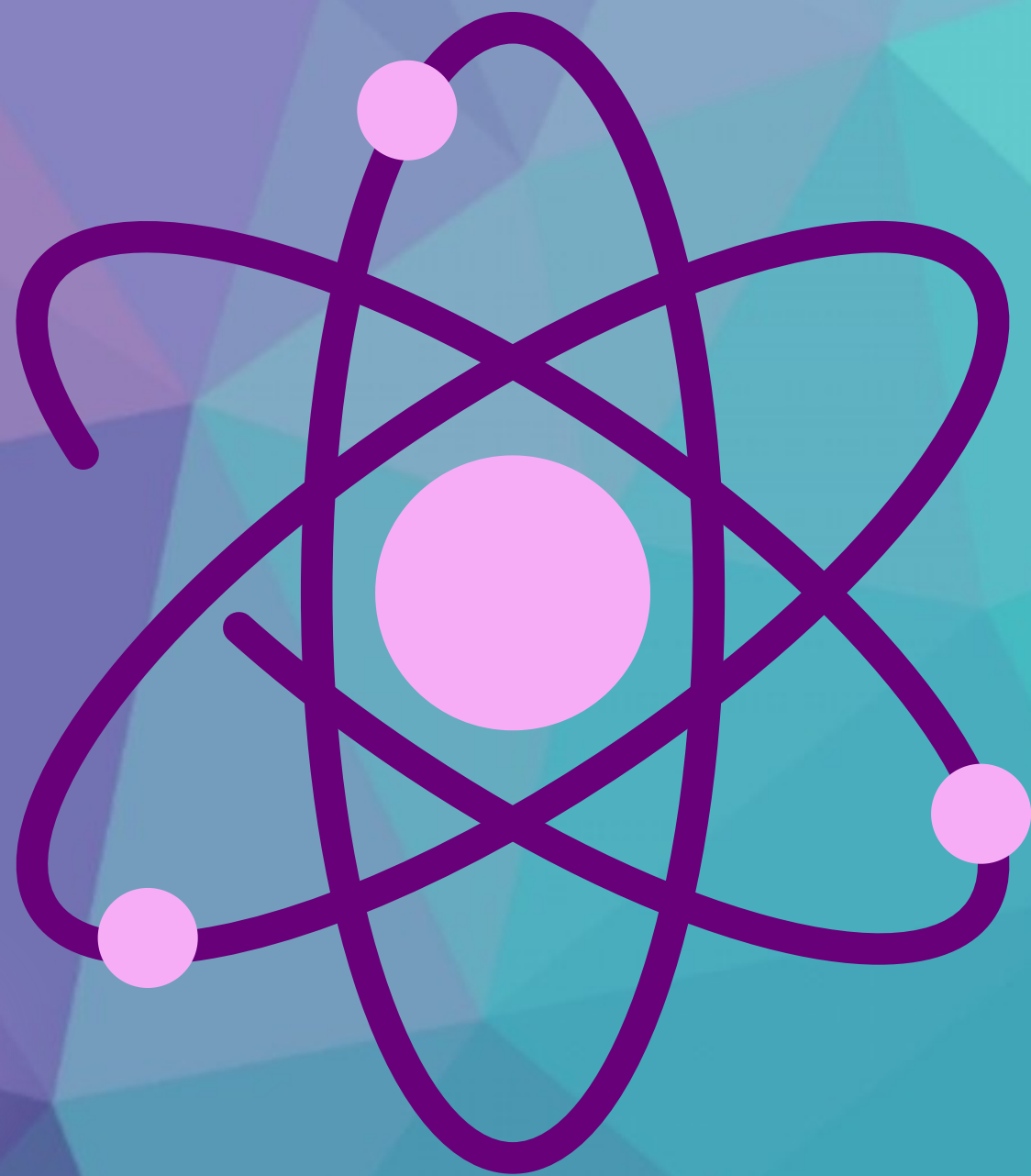


**Mulheres e  
ensino de Física:  
pensando novas  
possibilidades**



**Jaqueline May Borsatto  
Alisson Antonio Martins**

**UTFPR**  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

 **PPGFCET**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FORMAÇÃO  
CIENTÍFICA, EDUCACIONAL E TECNOLÓGICA.

# Jaqueline May Borsatto

## Mulheres e ensino de Física: pensando novas possibilidades

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. - Área de Concentração: Ensino, Aprendizagem e Mediações. Linha de pesquisa: Práticas Pedagógicas e Formação de Professores em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Dr. Alisson Antonio Martins

**Curitiba**  
**2021**



4.0 Internacional

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**"Não podemos esperar a construção  
de um mundo melhor sem antes  
melhorar os indivíduos"**

**Marie Curie**

# SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	5
<i>O que é gênero?</i> .....	7
CAPÍTULO I - REFLEXÕES.....	8
<i>Porque falar de gênero no ensino de Física?</i> .....	9
<i>Pense rápido!</i> .....	11
<i>A imagem nos materiais didáticos</i> .....	15
<i>Pense rápido!</i> .....	16
<i>Os exemplos de e exercícios nos materiais didáticos</i> .....	19
<i>Pense rápido!</i> .....	20
CAPÍTULO II - PRPOSTAS DE ATIVIDADES.....	22
<i>Seção cinema</i> .....	24
<i>Seção lúdica</i> .....	28
<i>Seção artigos biográficos</i> .....	30
<i>Seção Prêmio Nobel</i> .....	33
<i>Seção conteúdo</i> .....	35
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	41
REFERÊNCIAS.....	42

# APRESENTAÇÃO

Este produto educacional é resultado de uma pesquisa de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) que teve por objetivo compreender como são abordadas as relações de gênero no âmbito escolar nas aulas de Física e quais são as percepções dos professores que lecionam esta disciplina sobre a pertinência em se trabalhar este tema de forma transversal.

Pensando nas possibilidades de abordar questões de gênero num formato transversal, este produto busca indicar e questionar algumas sugestões de atividades, textos, leituras, vídeos, entre outros aos professores e professoras da disciplina de Física, pretendendo apresentar a Física como uma área do conhecimento mais atrativa às garotas, desmitificando a visão comumente associada ao cientista como o homem branco, vestido de jaleco e que trabalha em um laboratório.

Defendendo o posicionamento da/do professora/professor enquanto intelectual crítico e transformador teorizado por Henry Giroux, este material não é uma definição de conteúdo ou abordagens que deve ser usado em sala de aula. São apenas **sugestões** e reflexões de atividades. Cabe à/ao professora/professor escolher se vai usar ou não, se acha pertinente para complementar suas aulas.

Estas propostas de atividades não se constituem um acervo. Há a prescrição de uma série de materiais (leituras, filmes, sites, etc), mas estes não compreendem a ampla totalidade de recursos produzidos. As sugestões contemplam uma pequena amostra de uma infinidade de possibilidades, se estabelecendo mais como um exemplo de situação.

Eventualmente o/a professor/professora precisará pesquisar noutras fontes ou desenvolver outras práticas para atingir seu objetivo de ensino. Ainda assim, esta cartilha estará de acordo com sua proposta, visto que, o/a profissional educador crítico e transformador estarão dispostos de sua autossuficiência.

É recorrente em algumas escolas, desenvolverem ao longo de seu calendário anual, atividades extra curriculares como feira de ciências, semana do conhecimento, etc. Algumas atividades seguem temáticas específicas, enquanto outras são de escolha livre. Considerando um caso hipotético em que necessite ou deseje se trabalhar com a temática "mulheres na ciência" na disciplina de Física, esta cartilha pode contribuir ao apontar discussões, informações e sugestões que não estão disponibilizadas de modo acessível em determinados materiais como, por exemplo, nos livros didáticos.

Contudo, não somente essas dicas, reflexões e informações são designadas para práticas pedagógicas especiais, separadas do tradicional conteúdo letivo. Elas foram especialmente pensadas para constituir discussões de gênero de modo transversal incorporadas ao ensino de Física na Educação Básica.

Este material está estruturado em dois capítulos centrais. O primeiro, designado "Reflexões", discute os estereótipos de gênero reproduzidos em textos, imagens e exercícios, presentes nos materiais didáticos, que reforçam ambientes e comportamentos como masculinos e femininos: cuidados e o serviços domésticos associados as mulheres, mães, e aventuras e esportes associado aos meninos, homens. O segundo denominado "propostas de atividades", apresenta sugestões de textos, filmes, atividades lúdicas, curiosidades, leituras e conteúdos contextualizados com contribuições femininas.

# O QUE É GÊNERO?

**Você já ouviu a frase "meninos vestem azul e meninas vestem rosa"?**

O termo "gênero" é o que distingue da ideia de que o feminino e o masculino são estabelecidos biologicamente, pela natureza (sexo). Ele aponta que as identidades femininas e masculinas são construções sócio-históricas, uma vez que a biologia não determina o comportamento humano.

Brinquedos, cores, roupas, tarefas, profissões, esportes separados como coisas de menino e coisas de menina são distinções construídas culturalmente. Um menino não nasce determinado a cor azul e uma menina a rosa. Estes são estereótipos de gênero atribuídos a uma visão binarista homem-mulher sobre seus comportamentos e características.

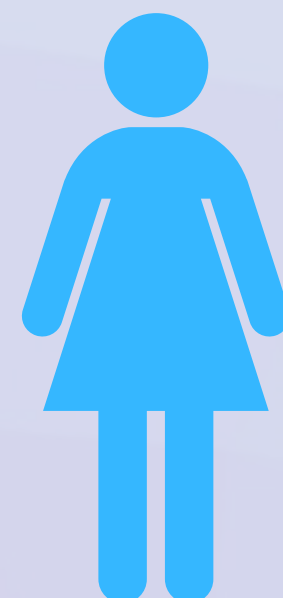
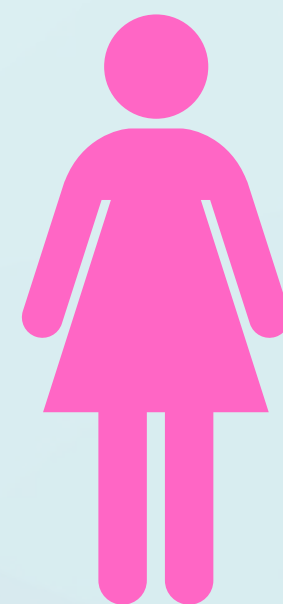
*Você sabia que a padronização de cores azul-rosa já foi ao contrário?*

Um artigo de 1918 da Earnshaw's Infants' Department dizia que rosa era para meninos e azul para meninas .

Para saber mais você pode clicar no link



E ser direcionado para um artigo da revista superinteressante que aborda esse assunto.



# CAPÍTULO I

## REFLEXÕES

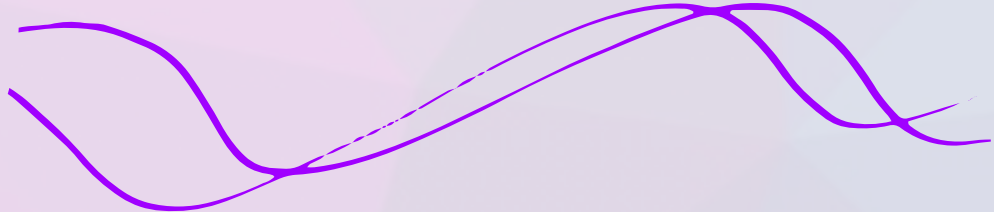




# POR QUE FALAR DE GÊNERO NO ENSINO DE FÍSICA?



**Primeiro, porque, o currículo não é neutro!**

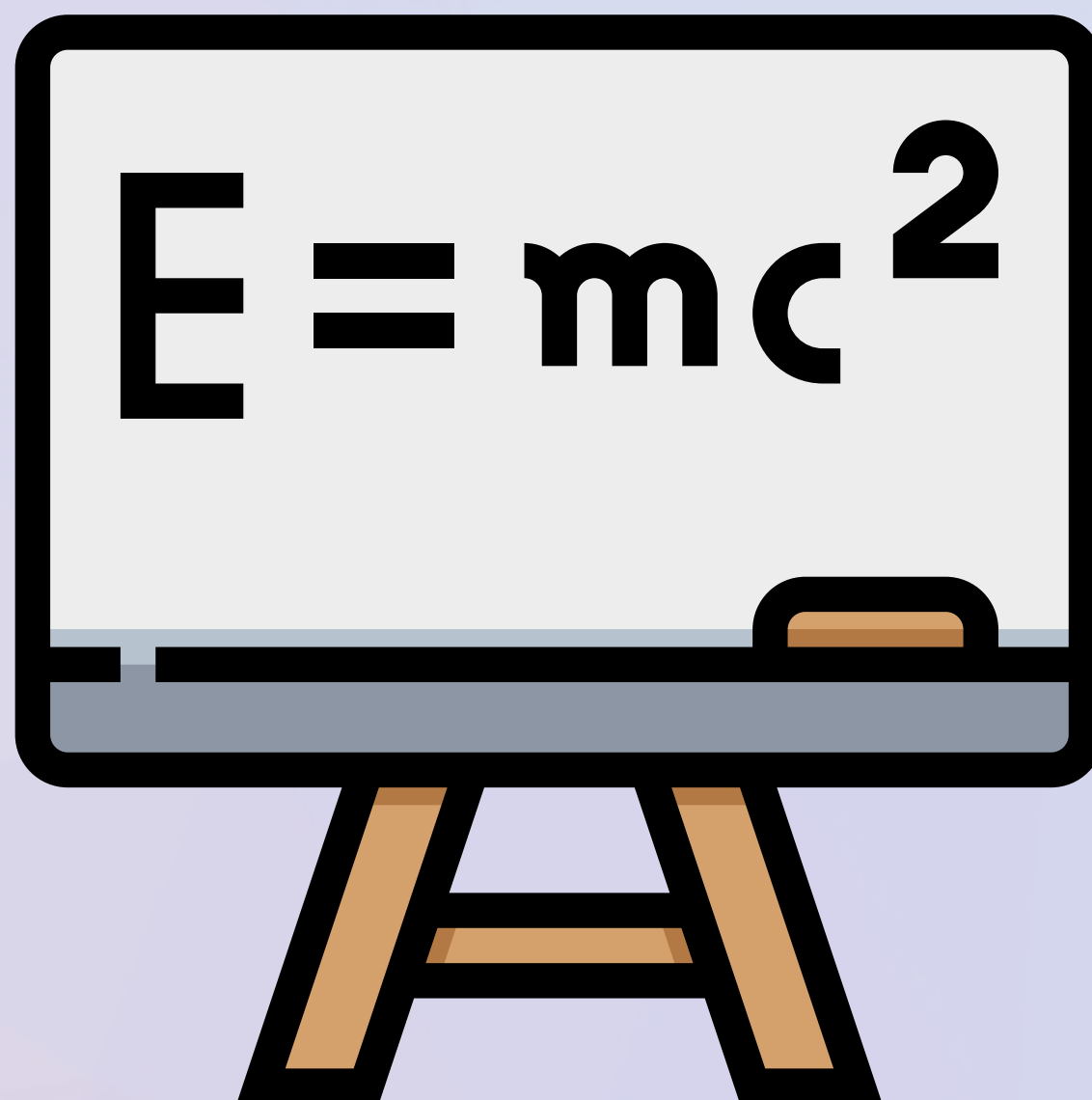


A instituições escolares, desde seu princípio, não foram estabelecidas apenas como locais de instrução dos conhecimentos científicos, artísticos, técnicos, etc., mas, também, como locais políticos e culturais, representando grupos econômicos e culturais diferencialmente fortalecidos, sustentando a ordem social.

A seleção de conteúdos a serem ensinados é feita por um grupo de indivíduos que, assim como quaisquer seres humanos, possuem valores, crenças e pretensões, reproduzindo nessa escolha seus valores culturais e ideológicos.

Mas, o currículo da disciplina de Física não é apenas formado por conteúdos previamente estabelecidos e explicitamente declarados em guias curriculares e materiais de ensino, ele também é constituído pelo conjunto de situações escolares não publicamente declaradas, são as normas, valores e crenças transmitidos durante as interações sociais na sala de aula.

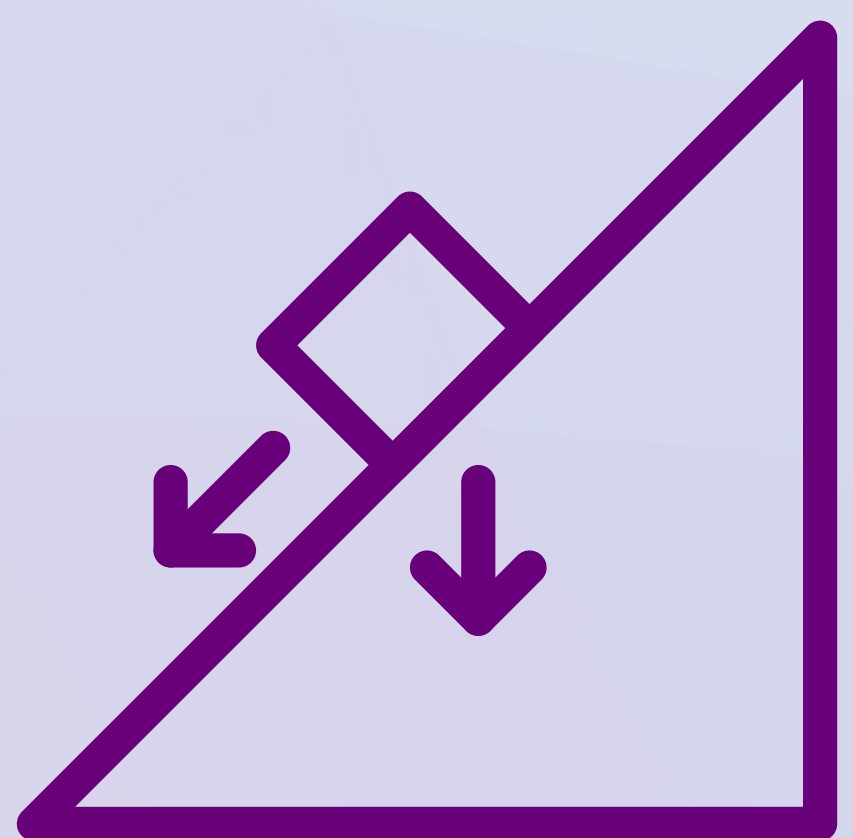
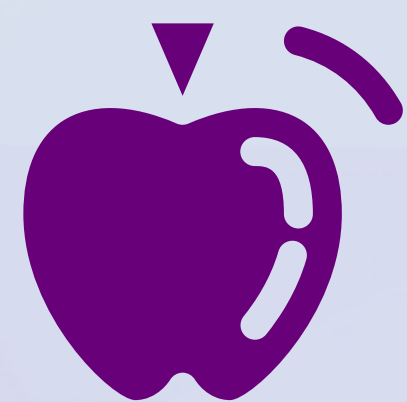
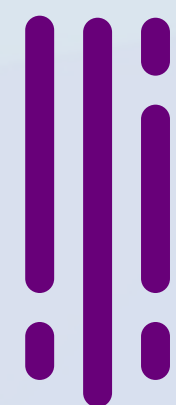
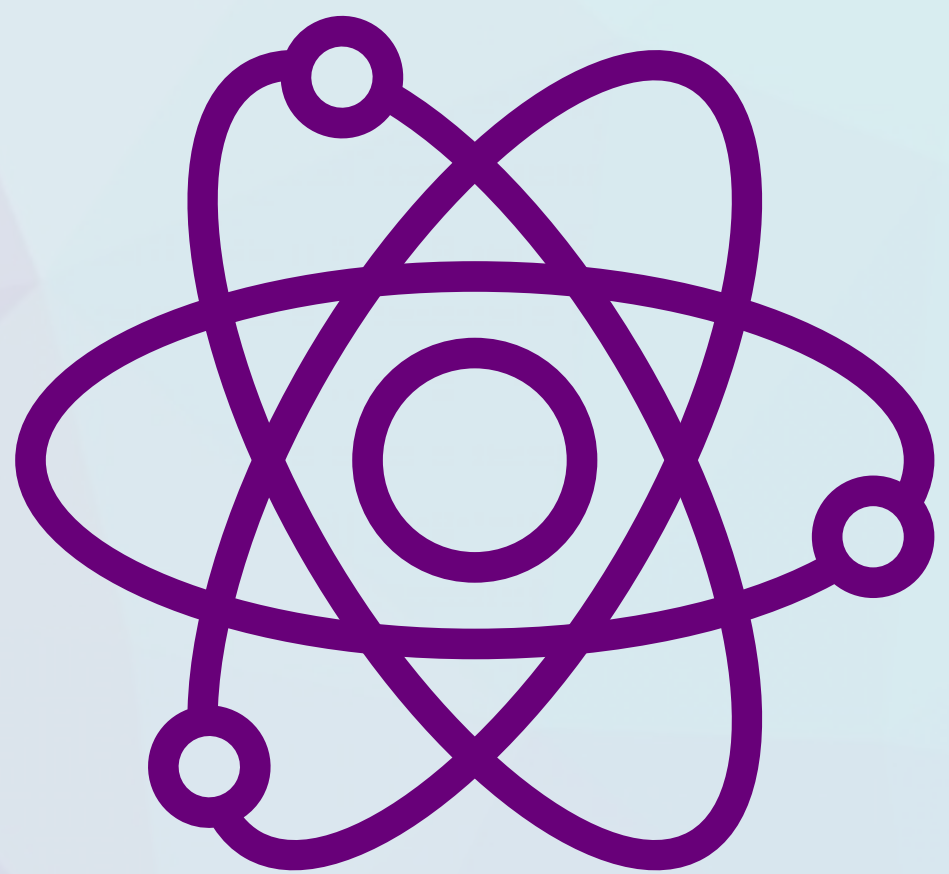
Nessa construção curricular, a escola está sujeita a propagar as desigualdades de classe, gênero, raça, entre outras presentes na sociedade (GIROUX 1997).



Quanto às relações de gênero no ensino, mesmo que aparentemente pareça que ocorre de modo igualitário, há diferenças de gênero, que implicam em matérias e profissões naturalizadas como femininas ou masculinas. Há uma "naturalização" de profissões destinadas a mulheres que visariam à "subjetividade", ao cuidado com o próximo, ao bem-estar social, enquanto os homens optam por carreiras individualistas e "objetivas" (SILVA, 2000).

A escola não é a única responsável pela escolha profissional de seus estudantes, mas ela tem parte importante na influência da escolha destes. Ela é um dos principais contatos que os indivíduos tem com a ciência. É nos encontros na sala de aula, que fenômenos naturais são explicados, demonstrados, atribuído significados e relações.

Sendo a ciência uma área ainda muito desigualitária, com porcentagens inferior de profissionais mulheres em relação ao número de profissionais homens, falamos de gênero no ensino de Física de modo que as garotas se sintam incluídas nessa área do conhecimento, apontando este como também um espaço para elas, dissolvendo os estereótipos, propiciando um ambiente de igualdade e oportunidade de participação à todos.

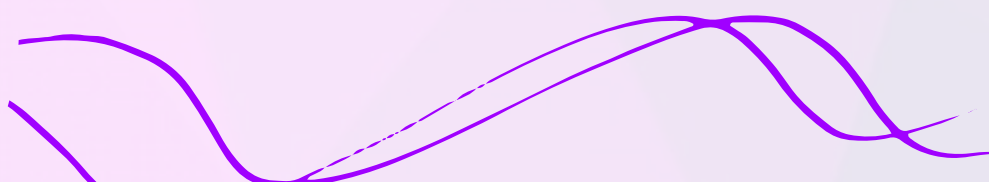


# PENSE RÁPIDO!


**Pense no nome de 5 cientistas que  
contribuíram para a Física ...**

**Agora responda:  
quantos desses nomes eram de  
mulheres???**





## **Segundo, cadê as mulheres na Física ou áreas afins?**



No Brasil, o acesso das mulheres ao ensino superior ocorreu apenas no final do século XIX. Atualmente, em nível de graduação, elas já superam em número, o quantitativo masculino. Entretanto, estão alocadas de forma desproporcional entre os cursos.

As mulheres concentram-se nas áreas de educação, ciências humanas, biológicas, da saúde, sociais, humanas, linguísticas e artes, enquanto os homens se concentram nas áreas de ciências naturais, ciências exatas, tecnologia e engenharias. Além de minoria nestes últimos cursos, as mulheres enfrentam barreiras que as impedem de se especializarem nos níveis mais altos ou se estabelecerem profissionalmente em cargos de poder dentro dessas instituições acadêmicas.

Pesquisadoras/pesquisadores que estudam as relações de gênero e ciência produziram metáforas para elucidar essa situação de desigualdade, algumas estão apresentadas no quadro a seguir.

### **Metáforas relacionados ao conjunto de barreiras que dificultam a trajetória das mulheres ao seguirem carreira científica**

**"Teto de vidro"** - Segregação vertical, hierárquica, atua como uma barreira invisível que impede as mulheres de atingirem posições mais altas (o topo) das carreiras acadêmicas ou industriais (SCHIENBINGER, 2001)

**"Labirinto de cristal"** - Barreiras invisíveis em todos os momentos encontradas (todas direções) pelas cientistas por serem mulheres (LIMA, 2008).

**"Efeito tesoura"** - Participação reduzida de mulheres conforme a carreira progride até os níveis mais elevados. Esta nomenclatura se refere ao gráfico comparativo de homens e mulheres que se afasta, lembrando uma tesoura aberta (MENEZES et. al. 2017)

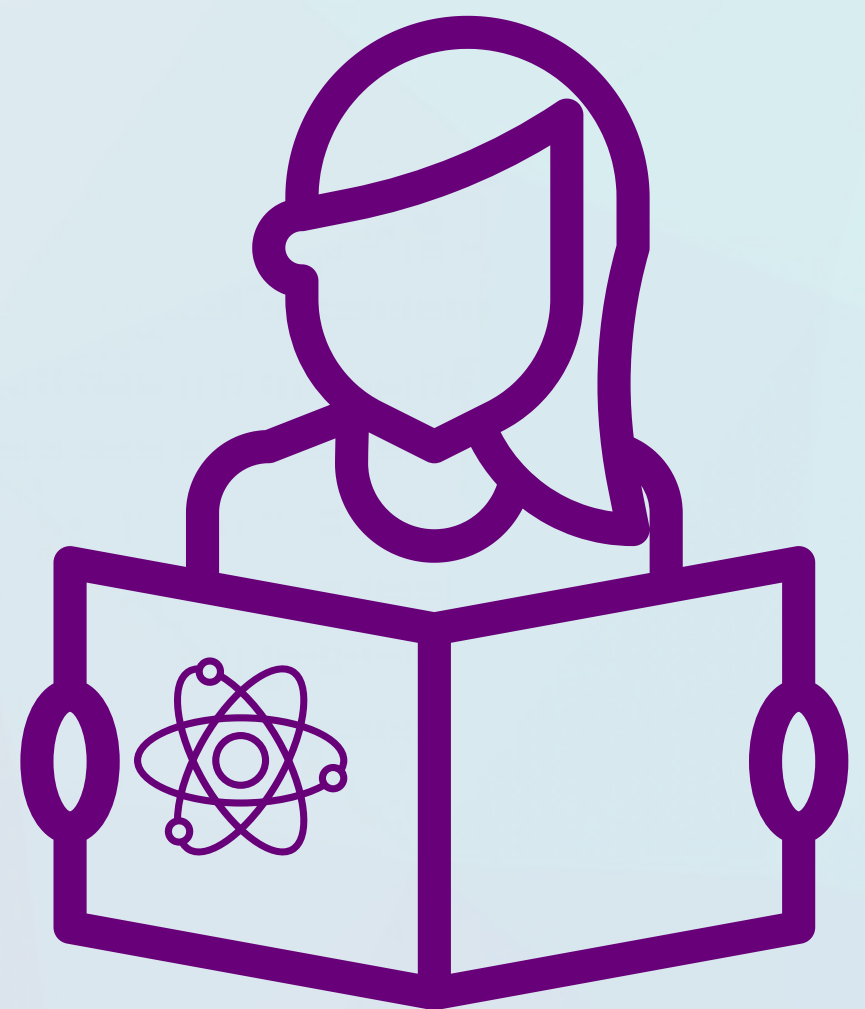
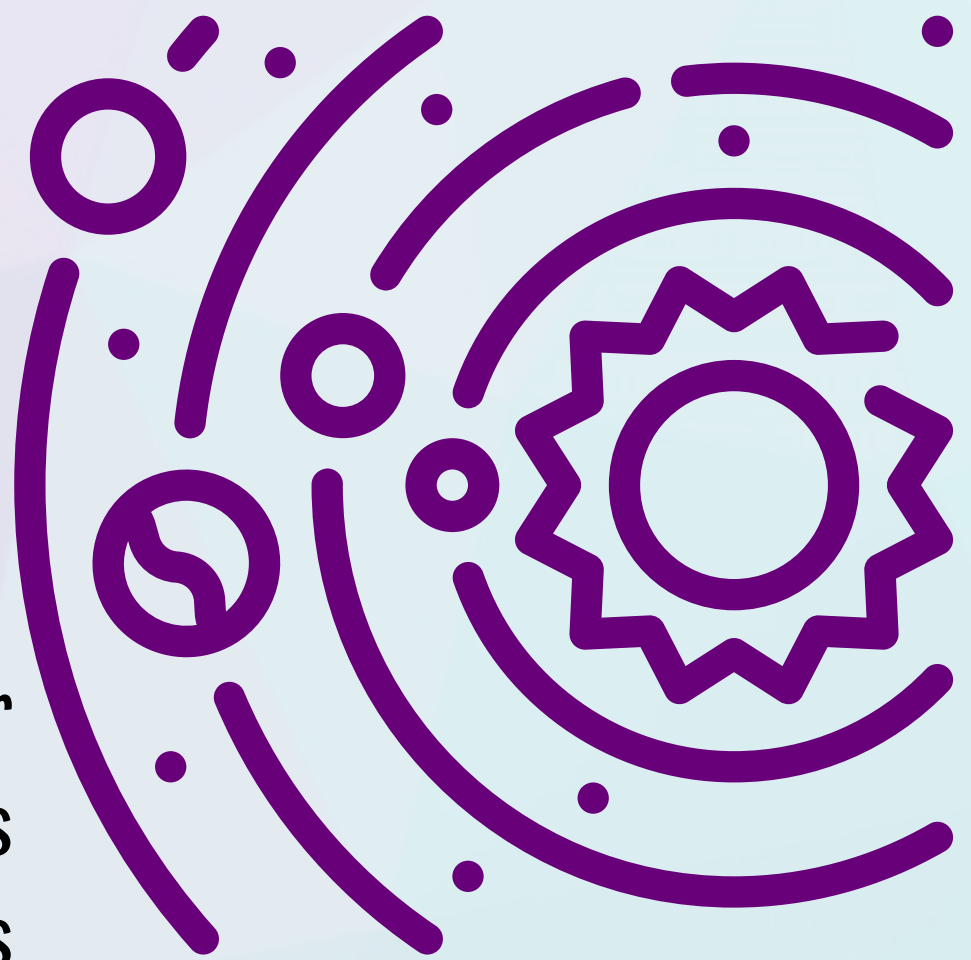
**"Efeito Matilda"** - Referência a ativista pelo sufrágio universal Matilda Joslyn Gage, o fenômeno corresponde a situação em que contribuições científicas de mulheres são atribuídas à homens ou em casos que a participação feminina é reduzida, por vezes totalmente esquecida (ROSSITER, 1993).

**"Vazamento de duto"** - Fluxo de talentos e potencialidades de meninas ou mulheres na ciência que diminui ao longo das etapas educacionais, esvaziando em quantidade conforme avança para os estágios finais de formação (POLKOWSKA, 2013).

**"Piso pegajoso"** - Ocupação de profissões com baixa remuneração, baixo valor e baixa mobilidade por mulheres, deixando-as presas a oportunidades limitadas (BERHEIDE, 2013).

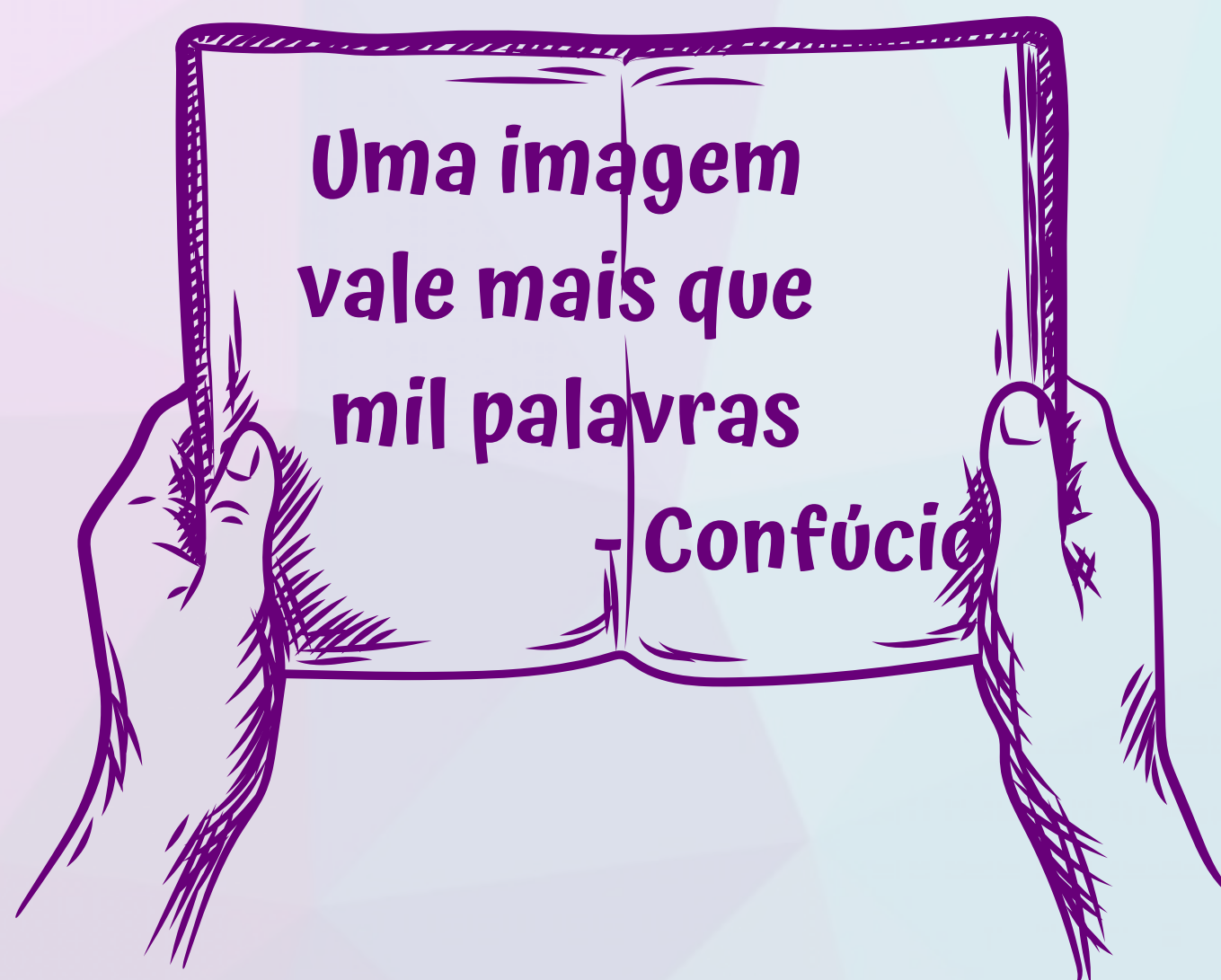
Agora você poderia estar se perguntando: que relação a educação básica tem com essas diferenças que, aparentemente, se manifestam no período de escolha de carreiras profissionais?

A relação é que essas separações por gênero, as quais irão refletir as escolhas profissionais, aparecem muito cedo nos indivíduos. Conforme aumenta o grau de escolaridade, vai decrescendo o interesse de meninas pelas áreas do conhecimento de ciência e tecnologia. Conforme dados de uma pesquisa realizada pela Microsoft Corporation (2017), em 12 países europeus, na educação infantil é o período no qual as meninas começam a se interessar por ciência, tecnologia, engenharia e matemática, sofrendo um rápido declínio nesse interesse entre os 15 e 16 anos (período do Ensino Médio), passa novamente por redução de entusiasmo por essa área do conhecimento na graduação e se torna campo quase exclusivo de homens na fase do doutorado.



Neste sentido, é de suma importância que a educação básica coloque em pauta as relações de gênero em disciplinas relacionadas ao ensino de ciências, tal como a Física, especialmente durante a faixa etária em que as meninas estão sujeitas a solidificar e estabelecer interesses por ciência. Elas precisam idealizar este ramo de trabalho como possibilidade à disposição de suas escolhas.

# A IMAGEM NOS MATERIAIS DIDÁTICOS



**Você já percebeu que as imagens ocupam grande parte dos livros didáticos ?**

As imagens estão dispostas nas páginas de forma estratégica, para permitir entendimento melhor das informações contidas no texto. Elas ilustram os fenômenos físicos de interesse, enfatizando pontos, fornecendo exemplos e analogias, facilitando o entendimento e interpretação do conteúdo abordado, uma vez que são processadas mais rapidamente pelo nosso cérebro que a escrita. Sendo assim, elas exercem significativa influência sobre os leitores, tornando-se, inclusive, um sistema de referência.

O conteúdo de uma imagem é tão importante que, por exemplo, no meio publicitário, a sua vinculação é estrategicamente pensada para persuadir seus consumidores. Ela constitui uma linguagem com diversas funções de acordo com sua interpretação. Pode ser informativa, representativa, explicativa, argumentativa, crítica, simbólica, estética, etc.

## **PENSE RÁPIDO!**

**Considerando que a imagem pode ser um sistema de referência nos livros didáticos, questionamos:**

**quem está sendo representado nessas imagens?**

**como está sendo representado?**

**Nessa representação é possível estar sendo reproduzidas desigualdades de gênero?**





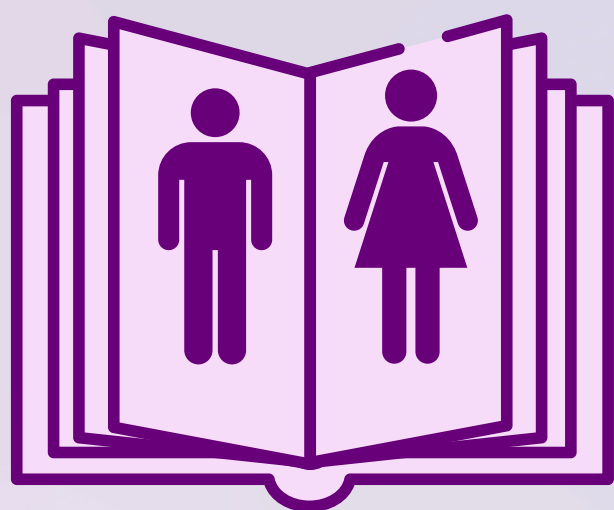
No link a seguir,



está uma análise feita pelas autoras Katemari Rosa e Maria Silva (2015) em uma obra aprovada pelo Plano Nacional de Livro Didático (PNLD) em 2015, para o ensino de Física.



Neste estudo foi constatado que parte significativa das imagens presentes na coleção reforçavam estereótipos de gênero, apresentando mulheres em ambiente doméstico e homens em situações de protagonismo no fazer científico. As meninas estavam apresentadas em contextos familiares ou preocupadas com o corpo ideal, enquanto os garotos eram ilustrados em atividades ao ar livre ou no desempenho de atividades de cunho científico. Quando relacionadas a atividades esportivas, as mulheres estavam expressas em balé e patinação, em contrapartida os meninos se expressavam no futebol, tênis e surf. Em relação à profissão, a protagonista feminina estava representada enquanto professora e artesã, à medida que, os homens eram representados na área médica, marinheiro, oftalmologista, operário, inventor, policial, músico, etc. No quantitativo geral de imagens, foi expressivamente desproporcional a aparição do gênero masculino comparado ao feminino, assim como em imagens que se referiam à História da Ciência.





Para Katemari Rosa e Maria Silva (2015) estes resultados reforçam a visão de que as mulheres estão designadas a ocupar a esfera do privado, do lar e ambiente doméstico, ao passo que, os homens estão na esfera do público, desempenhando prática viril, qualificado para diversos ofícios. A falta de modelos femininas enfatiza a exclusão e invisibilidade das mulheres na formação dos conhecimentos científicos, afastando as estudantes das ciências, como consequência de não se avistarem nas páginas dos livros didáticos. Nos materiais didáticos, a forma como uma imagem ou algum texto é abordado, pode produzir distintas leituras por seu público. Neste sentido, o modo como a personagem feminina é colocada em relação à posição representada por homens, pode estar relacionada a constituinte da identidade dos sujeitos.



# OS EXEMPLOS E EXERCÍCIOS NOS MATERIAIS DIDÁTICOS

Exemplos e exercícios são alternativas muito utilizadas na aplicação de conceitos físicos estudados. Alguns apresentam situações plausíveis do cotidiano, outros trazem casos totalmente fictícios, quando os exemplos e exercícios situam a narrativa em alguma ação de um indivíduo, você já refletiu sobre quem costuma ser os protagonistas? ou ainda, como os personagens costumam se caracterizar?

As amostras a seguir foram retiradas da prova do ENEM 2020, exercícios estes muito recorrentes em materiais didáticos (livros, apostilas, etc.) utilizados para aulas de Física. Dos exercícios que se podia identifica o gênero do personagem, todos pertenciam ao gênero masculino, o mergulhador, o estudante, os engenheiros, o arquiteto, etc.

Um mergulhador fica preso ao explorar uma caverna no oceano. Dentro da caverna formou-se um bolsão de ar, como mostrado na figura, onde o mergulhador se abrigou.

Durante o resgate, para evitar danos a seu organismo, foi necessário que o mergulhador passasse por um processo de decompressão antes de retornar à superfície para que seu corpo ficasse novamente sob pressão atmosférica. O gráfico mostra a relação entre os tempos de decompressão recomendados para indivíduos nessa situação e a variação de pressão.

Considere que a aceleração da gravidade seja igual a  $10 \text{ m s}^{-2}$  e que a densidade da água seja de  $\rho = 1000 \text{ kg m}^{-3}$ . Em minutos, qual é o tempo de decompressão a que o mergulhador deverá ser submetido?

- 100
- 80
- 60
- 40
- 20

Fonte: Enem 2020

Um estudante tem uma fonte de tensão com corrente contínua que opera em tensão fixa de  $12 \text{ V}$ . Como precisa alimentar equipamentos que operam em tensões menores, ele emprega quatro resistores de  $100 \Omega$  para construir um divisor de tensão. Obtém-se este divisor associando os resistores, como exibido na figura. Os aparelhos podem ser ligados entre os pontos A, B, C, D e E, dependendo da tensão especificada.

Ele tem um equipamento que opera em  $9,0 \text{ V}$  com uma resistência interna de  $10 \text{ k}\Omega$ . Entre quais pontos do divisor de tensão esse equipamento deve ser ligado para funcionar corretamente e qual será o valor da intensidade da corrente nele estabelecida?

- Entre A e C;  $30 \text{ mA}$ .
- Entre B e E;  $30 \text{ mA}$ .
- Entre A e D;  $1,2 \text{ mA}$ .
- Entre B e E;  $0,9 \text{ mA}$ .
- Entre A e E;  $0,9 \text{ mA}$ .

Fonte: Enem 2020

Dois engenheiros estão verificando se uma cavidade perfurada no solo está de acordo com o planejamento de uma obra, cuja profundidade requerida é de  $30 \text{ m}$ . O teste é feito por um dispositivo denominado oscilador de áudio de frequência variável, que permite relacionar a profundidade com os valores da frequência de duas ressonâncias consecutivas, assim como em um tubo sonoro fechado. A menor frequência de ressonância que o aparelho mediu foi  $135 \text{ Hz}$ . Considere que a velocidade do som dentro da cavidade perfurada é de  $360 \text{ m s}^{-1}$ . Se a profundidade estiver de acordo com o projeto, qual será o valor da próxima frequência de ressonância que será medida?

- $137 \text{ Hz}$ .
- $138 \text{ Hz}$ .
- $141 \text{ Hz}$ .
- $144 \text{ Hz}$ .
- $159 \text{ Hz}$ .

Fonte: Enem 2020

A Torre Eiffel, com seus  $324 \text{ metros}$  de altura, feita com treliças de ferro, pesava  $7\,300 \text{ toneladas}$  quando terminou de ser construída em  $1889$ . Um arquiteto resolve construir um protótipo dessa torre em escala  $1:100$ , usando os mesmos materiais (cada dimensão linear em escala de  $1:100$  do monumento real). Considere que a torre real tenha uma massa  $M_{\text{torre}}$  e exerça na fundação sobre a qual foi erguida uma pressão  $P_{\text{torre}}$ . O modelo construído pelo arquiteto terá uma massa  $M_{\text{modelo}}$  e exercerá uma pressão  $P_{\text{modelo}}$ .

Como a pressão exercida pela torre se compara com a pressão exercida pelo protótipo? Ou seja, qual é a razão entre as pressões  $(P_{\text{torre}})/(P_{\text{modelo}})$ ?

- $10^0$
- $10^1$
- $10^2$
- $10^4$
- $10^6$

Fonte: Enem 2020

# PENSE RÁPIDO!

**A qual gênero geralmente pertence os protagonistas dos exercícios ou exemplos de Física se for:**

**- uma atividade esportiva: chutar uma bola de futebol, andar de skate, pilotar um carro, etc.?**

**- uma atividade doméstica: cozinhar um bolo, empurrar um móvel para faxina, etc.?**



No exemplo citado, das questões do ENEM 2020, observa-se uma normatização do gênero masculino enquanto representante dos indivíduos. Quase que exclusivamente eles são os protagonistas das narrativas de exemplos e exercícios utilizados nesta área do conhecimento.

O exemplo abaixo, ENEM 2012 (prova aplicada para Pessoas Privadas de Liberdade - PPL), a única menção ao gênero feminino (a mãe) nos exercícios correspondentes à Física, aparece numa atividade relacionado a tarefas domésticas.

Durante uma faxina, a mãe pediu que o filho a ajudasse, deslocando um móvel para mudá-lo de lugar. Para escapar da tarefa, o filho disse ter aprendido na escola que não poderia puxar o móvel, pois a Terceira Lei de Newton define que se puxar o móvel, o móvel o puxará igualmente de volta, e assim não conseguirá exercer uma força que possa colocá-lo em movimento.

Qual argumento a mãe utilizará para apontar o erro de interpretação do garoto?

- A A força de ação é aquela exercida pelo garoto.
- B A força resultante sobre o móvel é sempre nula.
- C As forças que o chão exerce sobre o garoto se anulam.
- D A força de ação é um pouco maior que a força de reação.
- E O par de forças de ação e reação não atua em um mesmo corpo.

Fonte: Enem 2012 - PPL

Como observado, há uma normatização nas representações das atividades referentes aos gêneros dos personagens nas narrativas desses exercícios. Para uma representação justa, quando não se utiliza pessoas ou identificação de gênero, deveria ser empregado o gênero feminino na mesma proporcionalidade no constituinte de provas e materiais didáticos. Da mesma forma, no contexto de abordagem dos eventos narrados, seria importante uma distribuição dos gêneros entre as diferentes atividades, de forma que evitasse a reprodução de estereótipos. É sobre ter diferentes espaços como possibilidade sem padronizar comportamentos em função das características ditadas como pertencentes a masculino e ao feminino.

# CAPÍTULO II

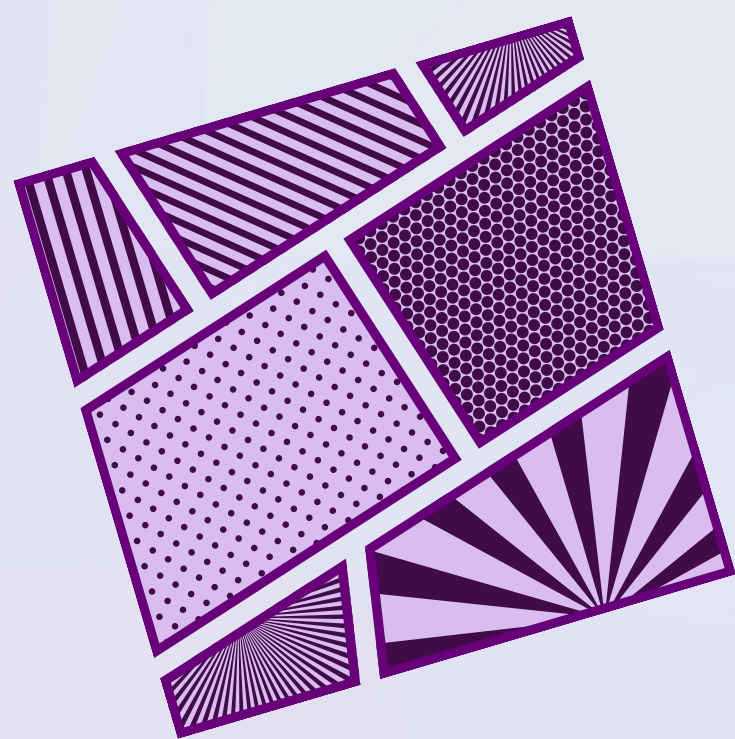
## PROPOSTAS DE ATIVIDADES

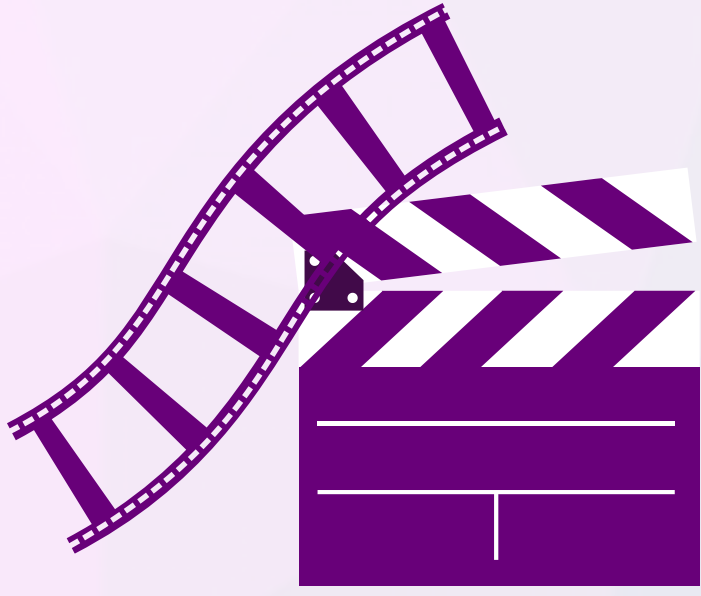


Neste capítulo seguem alguns exemplos de materiais que podem ser empregados como possibilidades para se trabalhar gênero em aulas de Física. Não há muitas especificações de procedimentos metodológicos por considerarmos a intelectualidade da/do professora/professor no planejamento de suas aulas

Existem formas de abordagens pedagógicas sobre gênero e mulheres na ciência que não se atem a utilização de materiais próprios para apontar tais temáticas, ou mesmo, formas específicas que visem trabalhar conteúdos com representações equitativas de gênero em suas aplicações. Elas podem se apresentar em um exercício, um trabalho de pesquisa, uma contextualização histórica, alguns comentário, discussões com a turma, se estabelecendo em interações na sala de aula, das quais nem sempre estão mencionadas no currículo formal.

Os materiais apresentados como exemplos estão categorizados em cinco grupos: Seção cinema (indicação de filmes e documentário); Seção lúdica (indicação de livros passatempo e história em quadrinhos); Seção artigos biográficos (indicação de artigos com biografias de Físicas, presentes em revistas científicas de ensino); Seção Prêmio Nobel (apresentação das quatro mulheres que foram laureadas com o Premio Nobel em Física); Seção conteúdo (exemplo de uma sequência de conteúdo estruturada de forma a contemplar uma invenção desenvolvida por uma mulher).





## SEÇÃO CINEMA

Seguem algumas indicações de filmes relacionados aos conteúdos de Física e que possuem protagonismo feminino. Eles estão divididos em três grupos: ficção científica, documentário e biográficos. Basta clicar no nome ou no poster do filme que você será direcionado para seu trailer no youtube.

### Ficção científica



Fonte: Pôster promocional Gravity (2013)

#### Gravidade (2013)

A história acompanha a sobrevivência de astronautas depois que destroços danificam o ônibus espacial em que estão hospedados.

### Documentário



Fonte: Pôster promocional Mercury 13 (2018)

#### Mercury 13 (2018)

O documentário apresenta a história de um grupo de mulheres impedidas de se tornarem astronautas por preconceito de gênero.



## Biográficos



Fonte: Pôster promocional Alexandria (2009)

### Alexandria (2009)

O filme apresenta a história de Hipátia a filósofa neoplatônica grega do Egito Romano documentada como a primeira mulher matemática.



Fonte: Pôster promocional Radioactive (2019)

### Radioactive (2019)

O drama biográfico retrata a vida e obra da cientista Marie Curie, a primeira mulher ao ganhar o Prêmio Nobel devido a seus estudos sobre radioatividade.



Fonte: Pôster promocional Estrelas além do tempo (2016)

### Estrelas além do tempo (2016)

O filme biográfico relata a história de Katherine Johnson, Dorothy Vaughan e Mary Jackson, três matemáticas da NASA que enfrentam preconceitos decorrentes da cisão racial durante o período da Guerra Fria na corrida espacial.

A exibição de filmes é uma prática recorrente entre docentes. As obras cinematográficas são recursos pedagógicos que podem estimular a observação, a reflexão, a assimilação de informações, a experiência estética, assim como permitem a possibilidade serem materiais de suporte, complementando conteúdos trabalhados em sala de aula. No alinhamento entre gênero e ensino de Física, as cinco obras indicadas possuem aberturas para discussões como as/os estudantes nesse sentido.

O filme *Gravidade* (2013) não centraliza o enredo em questões de gênero, mas a constituição está intrinsecamente estabelecida na protagonista: a representação de uma mulher na posição de astronauta. Acompanhamos a árdua trajetória dela enquanto sobrevivente num meio inóspito, ao mesmo tempo que, pode-se verificar conceitos e erros físicos na retratação do espaço.

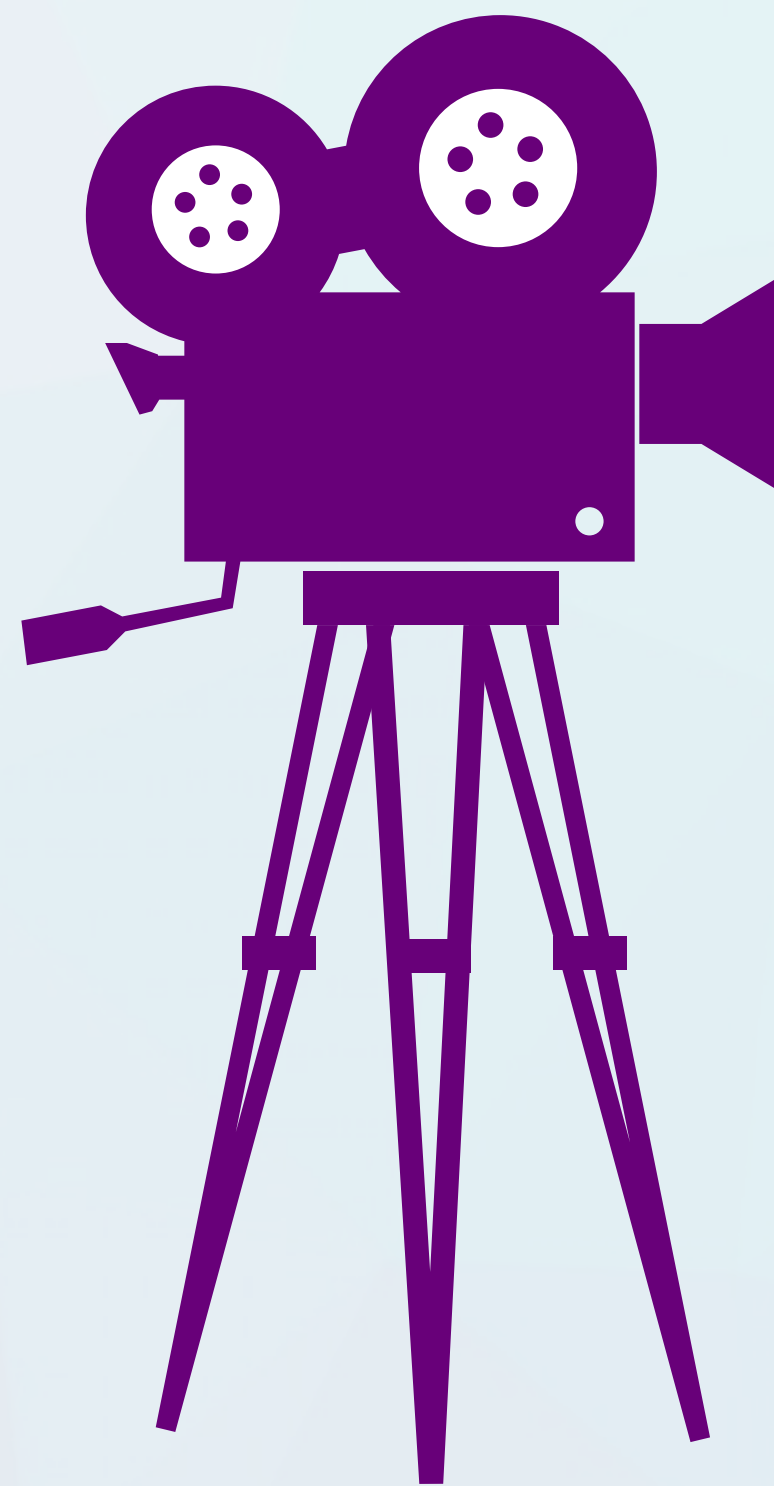
No contexto da corrida espacial, o documentário *Mercury 13* (2018) denota expressivamente a desigualdade de gênero em seu enredo. Ele versa sobre a forma notadamente machista com a qual a agência espacial NASA desqualificou mulheres, candidatas a função de astronauta, as quais inclusive possuíam um relatório de testes com atribuições superiores ao de homens.

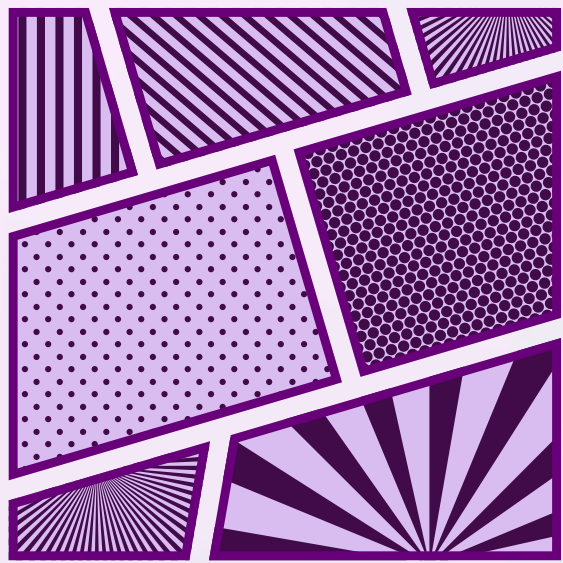
Com o mesmo período histórico-científico como pano de fundo da trama, *Estrelas além do tempo* (2016), além das discussões de gênero, apresenta um propício espaço para se levantar as configurações da interseccionalidade (raça e gênero). As matemáticas, enquanto mulheres negras, enfrentavam duplas consequências de opressão, ao passo que, estavam determinadas a contribuírem significativamente com os cálculos responsáveis por levar a *Apolo 13* a lua.



As quatro obras abordadas podem ser adjuntas às temáticas Físicas de Gravitação e Astronomia conforme os objetivos e metodologias da/do professora/professor. Em Física Moderna coloca-se a sugestão do filme *Radioactive* (2019) na conjuntura explanativa de mulheres na Física. A história de Marie Curie é um emblema para este ramo da ciência.

A obra *Alexandria* (2009) se atem a história de uma mulher, que desenvolve e explora o conhecimento num tempo em que eram declaradamente privadas de fazer ciência. Os importantes estudos na astronomia, filosofia e na matemática executados pela personagem principal Hipátia, impacientaram tantos os homens religiosos cristãos da época, que ela é acusada de bruxaria, sendo posteriormente assassinada. A caça às bruxas foi uma prática vigente durante três séculos para conter o avanço feminino na ameaça ao domínio masculino.

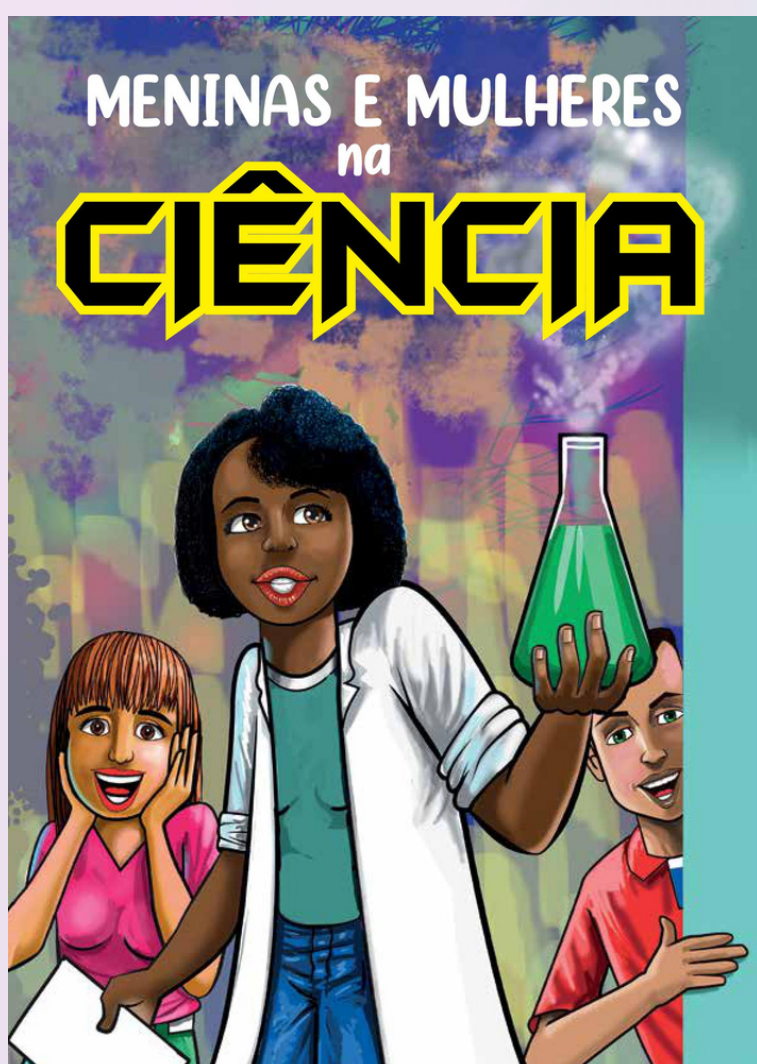




## SEÇÃO LÚDICA

Segue algumas indicações de livros com atividades lúdicas gratuitos sobre a temática de mulheres na Física. Basta clicar no pôster do livro que você será direcionado ao material.

### Histórias em quadrinhos



Fonte: Reprodução/ Projeto Clara Ciência



Fonte: Reprodução/ Projeto Clara Ciência

### Livro de passa tempo

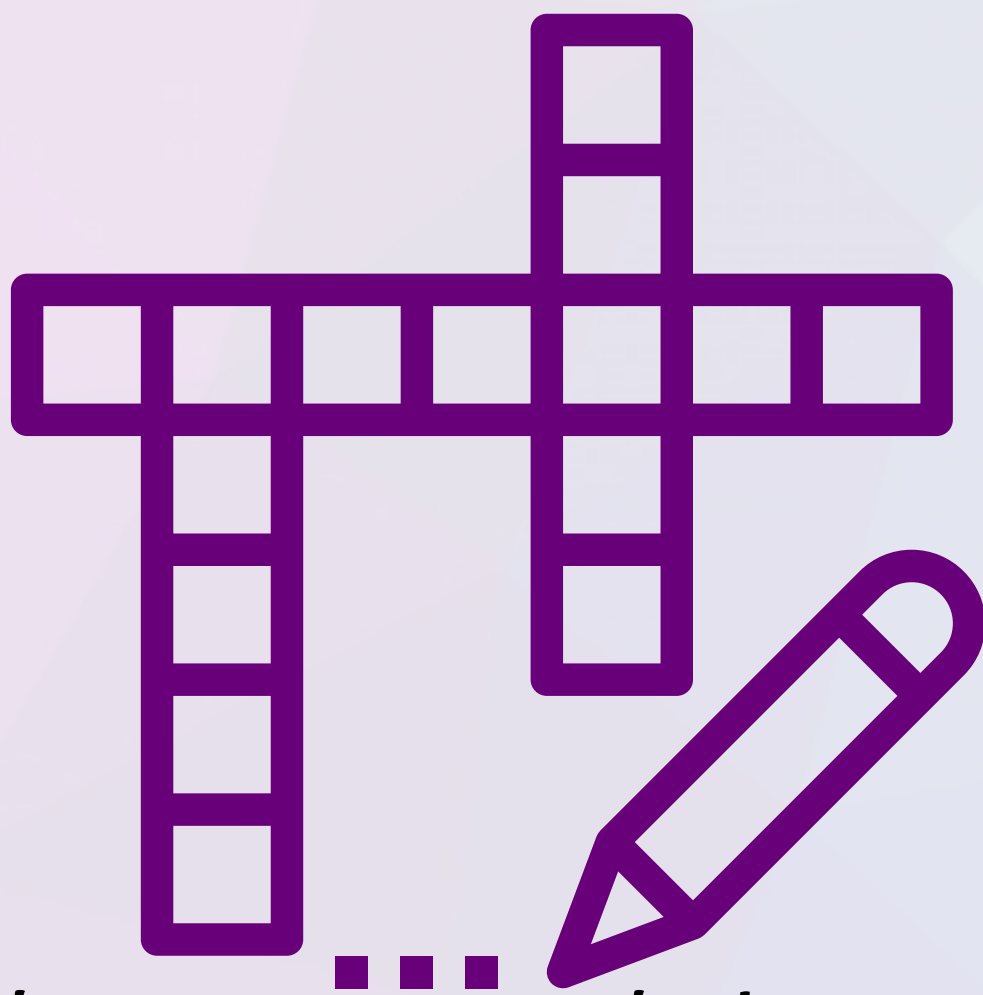


Fonte: Reprodução/ Projeto Meninas e Mulheres nas Ciências



Fonte: Reprodução/Projeto Meninas e Mulheres nas Ciências

As atividades lúdicas sugeridas foram livros de histórias em quadrinhos (HQ) e atividades passa tempo, com livre acesso, desenvolvidas por pesquisas em universidades brasileiras enquanto projetos incentivadores de meninas à ciência, ao mesmo tempo, que discutem questões de gênero e raça. As HQs "Meninas e Mulheres na Ciência" e "Entrevistas Além do Tempo" foram produzidas pelo pesquisador, da Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo - USP, Carlos Teixeira, em virtude de sua pesquisa de pós-doutorado. Os livros passatempo "Mulheres Cientistas: Marie Curie" e "Cientistas Negras: Brasileiras" foram desenvolvidas por estudantes e professoras extensionistas do projeto Meninas e Mulheres nas Ciências da Universidade Federal do Paraná (UFPR) coordenado pela professora pesquisadora Dr. Camila Silveira.



Estas formas de materiais são recursos metodológicos que permitem desenvolver uma série de habilidades, com diversas aplicações. Além do entretenimento, essas atividades colaboram no desenvolvimento da atenção, raciocínio lógico e criatividade.

Existem outros pesquisadores e instituições desenvolvendo materiais com propostas lúdicas na temática de Mulheres na Ciência. Até a famosa série de histórias em quadrinhos Turma da Mônica, criada pelo cartunista Maurício de Souza, tem desenvolvido o projeto "Donas da Rua", que agrega uma sequência de conteúdos com histórias e exemplos de mulheres, inclusive na área da ciência.





## SEÇÃO ARTIGOS BIOGRAFICOS

Segue algumas indicações de artigos biográficos de mulheres que contribuíram significativamente com a Física. Basta clicar no ícone que que você será direcionado para o texto completo.



Fonte: Wikimedia Commons

### Cecilia Payne

[O papel de Cecilia Payne na determinação da composição estelar](#)



Fonte: Wikimedia Commons

### Chien Shiung Wu

[A trajetória de Chien Shiung Wu e a sua contribuição à Física](#)

[O experimento WS de 1950 e as suas implicações para a segunda revolução da mecânica quântica](#)



Fonte: Wikimedia Commons

### Emmy Nöther

[Teorema de Emmy Nöther, 100 anos: Alegoria da Misoginia em Ciência](#)

[Uma pequena biografia de Emmy Noether](#)



Fonte: Wikimedia Commons

## Lise Meitner

Lise Meitner: A Intérprete da Cisão Nuclear

Lise Meitner and the Discovery of Nuclear Fission

Mulheres na Física: Lise Meitner



Fonte: Wikimedia Commons

## Maria Goeppert-Mayer

Maria Goeppert-Mayer e o modelo nuclear de camadas: contribuições de uma mulher cientista e implicações para o ensino de Física



Fonte: Wikimedia Commons

## Marie Curie

As primeiras investigações de Marie Curie sobre elementos radioativos

Vestido de Curie

Uma educadora científica do século XIX e algumas questões sexistas por ela enfrentadas: Marie Curie superando preconceitos de gênero

Marie Curie: pioneira na descoberta da radioatividade, dos primeiros radionuclídeos e suas aplicações em medicina



Nesta seção constam artigos biográfico de cientistas, provenientes de revistas de ensino, esboçando a trajetória dessas mulheres no ramo científico. Estas são sugestões que podem auxiliar as/os docentes que pretendem buscar por história de mulheres na ciência em fontes confiáveis, revisado por pares.

Os artigos listados versam sobre: Cecilia Payne (astrofísica britânico-estadunidense que determinou a composição de elementos químicos das estrelas, sendo majoritariamente constituído de hidrogênio e hélio); Chien Shiung Wu (física experimental sino-estadunidense que desenvolveu importantes técnicas e experimentações para a física nuclear, participou do Projeto Manhattan e foi a primeira pessoa a receber o Prêmio Wolf de Física, e a primeira mulher a presidir a American Physical Society); Emmy Nöther (matemática alemã que revolucionou teorias sobre anéis, corpos e álgebra, desenvolvendo importantes contribuições para a condução da física moderna); Lise Meitner (física austríaca de ascendência judaica, descobridora da fissão nuclear); Maria Goeppert-Mayer (física teórica, laureada com o Prêmio Nobel de Física em 1963 pela contribuição nos estudos acerca do comportamento nuclear); e Marie Curie (física e química polonesa naturalizada francesa, laureada com dois Prêmios Nobel pela descoberta de novos elementos radioativos).

Talvez para a/o professora/professor que pretende desenvolver trabalhos de pesquisa em que os alunos buscam sobre vida e contribuições de cientistas, assim como, intencione fazer uma exposição de cientistas ou mesmo uma exposição sobre mulheres cientistas, essas se configuram em algumas indicações de textos disponíveis com livre acesso.





## SEÇÃO PRÊMIO NOBEL

Segue as mulheres condecoradas com o Prêmio Nobel de Física. Basta clicar no nome da premiada que você será direcionado para mais informações da cientista (biografia e trabalhos) na própria página do Prêmio Nobel:



Fonte: Nobel Prize Outreach.  
Foto: Annette Buhl

### **2020 - Andrea Ghez**

"pela descoberta de um objeto compacto supermassivo no centro de nossa galáxia."



Fonte: Nobel Media AB.  
Photo: A. Mahmoud

### **2018 - Donna Strickland**

"por seu método de geração de pulsos ópticos ultracurtos de alta intensidade."



Fonte: Photo from the Nobel  
Foundation archive.

### **1963 - Maria Goeppert Mayer**

"por suas descobertas sobre a estrutura do escudo nuclear."



Fonte: Photo from the Nobel  
Foundation archive..

### **1903 - Marie Curie**

"em reconhecimento aos serviços extraordinários que prestaram por suas pesquisas conjuntas sobre os fenômenos de radiação descobertos pelo Professor Henri Becquerel".

O Prêmio Nobel configura um dos maiores reconhecimentos internacionais, concedidos à pessoas ou organizações que realizaram contribuições notáveis à humanidade. Ao longo de sua instituição, 962 pessoas foram condecoradas com 603 premiações. O site do Prêmio Nobel apresenta informações, tais como biografia e trabalhos, de seus laureados. Desde a sua atribuição em 1901, 215 pessoas já foram laureadas na área de Física, destas somente 4 eram mulheres. Entre as seis áreas gratificadas, a Física é a segunda com menor participação feminina entre as premiações. Em ordem decrescente o número de mulheres premiadas entre as áreas foram: na Paz 17, na Literatura 16, na Medicina 12, na Química 7 e na Ciências Econômicas 2.

Na listagem das quatro físicas premiadas está: a astrônoma estadunidense Andrea Ghez, a física canadense Donna Strickland, a física teórica nascida na Alemanha (atualmente região pertencente a Polônia) Maria Goeppert Mayer e a física química polonesa naturalizada francesa Marie Curie.

Todo o ano ocorre a nomeação e a seleção dos ganhadores do Prêmio Nobel, por vezes, após ser divulgado a lista dos laureados, com a motivação das gratificação, algumas/alguns docentes comentam e discutem essas atribuições com suas/seus alunas/alunos. Nesse sentido, configura-se em oportunidades de fazer apontamentos sobre os ganhadores, em especial quando estas são mulheres. Talvez nesse processo, possa se argumentar que a baixa representatividade das mulheres nesta honraria, além do não incentivo, também esteve atrelado ao não reconhecimento de seus trabalhos, sendo em alguns casos atribuídos a seus colegas de pesquisa homens, como o caso da premiação na área da Química em 1944, concedida ao parceiro de laboratório de Lise Meitner, Otto Hahn pela descoberta da fissão Nuclear.

Para explanações de gênero acerca do Prêmio Nobel, o próprio site traz uma seção própria com todas as 57 ganhadoras listadas. Para ser direcionado a esta seção pode clicar no ícone de link abaixo.





## SEÇÃO CONTEÚDO



Fonte: Wikimedia Commons

### Princípio de Arquimedes: Bote salva-vidas por Maria Beasley

Era 14 de abril de 1912, quando o famoso navio britânico Titanic afundava em sua viagem inaugural, depois de colidir com um iceberg no oceano Atlântico. Ainda que a tragédia seja considerada um dos maiores desastres marítimos da história, naquele incidente, foi à diferença entre viver e morrer, o fato de se utilizar os botes salva-vidas, uma invenção patenteada por Maria Beasley (figura 1).

Hoje, sabe-se que mais vidas poderiam ter sido salvas naquele evento, se não fosse à quantidade insuficiente de botes (que supria pouco mais que 1/3 da lotação permitida do navio), a desorganização durante a evacuação (barcos eram baixados com o número de integrantes inferior a quantidade que podiam comportar) e o desconhecimento dos tripulantes sobre como agir naquela circunstância.

Devido a recente conquista da época, que garantiu o direito à propriedade intelectual por mulheres, em 1882, Maria Beasley se beneficiou, com a atribuição do desenvolvimento de um bote salva-vidas mais resistente, compacto e à prova de fogo, conforme apresenta seu projeto na figura 2

Devido a recente conquista da época, que garantiu o direito à propriedade intelectual por mulheres, em 1882, Maria Beasley se beneficiou, com a atribuição do desenvolvimento de um bote salva-vidas mais resistente, compacto e à prova de fogo, conforme apresenta seu projeto na figura 2.

Ponderado também na fabricação das demais embarcações aquáticas, para a elaboração deste artefato resgatador, a inventora precisou considerar o fator essencial que permite a flutuabilidade de corpos, um tipo de força, denominada empuxo.



Figura 1: Empresária e inventora estaduonidense Maria Beasley.

Fonte: Wikimedia Commons

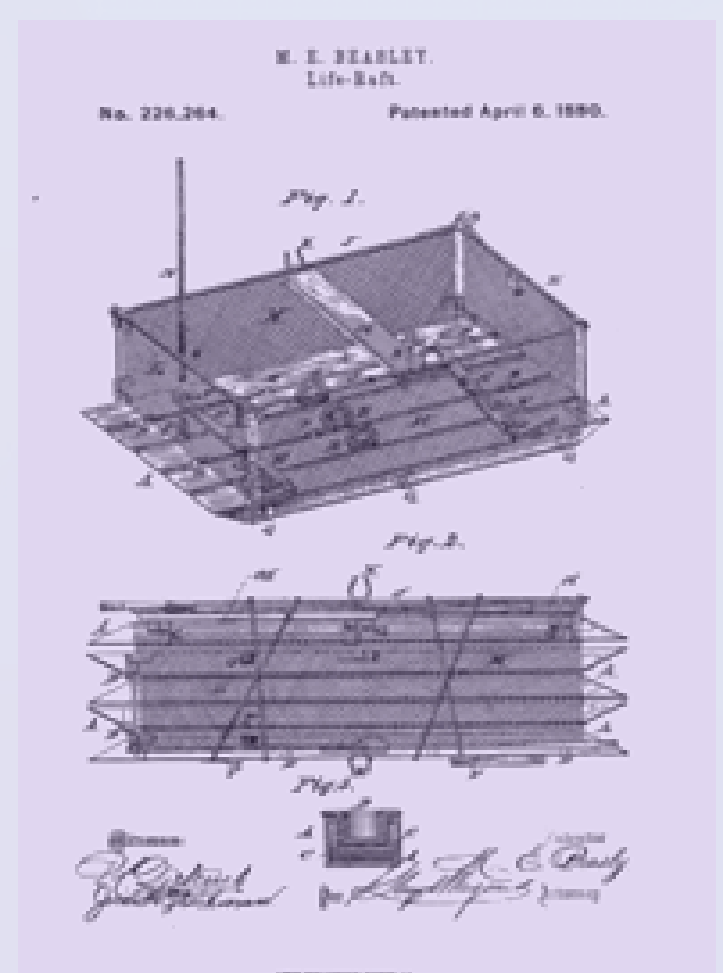


Figura 2: Patente do bote salva-vidas de Maria Beasley..

Fonte: Wikimedia Commons



Fonte: Wikimedia Commons

### Uma breve biografia...

Maria Beasley (1847-1904) foi uma inventora de sucesso. Sua criação não se limitou apenas ao aprimoramento do bote salva-vidas. Ao longo de sua carreira, ela conseguiu obter quinze patentes, oito delas, estavam relacionadas à indústria de fabricação de barris, sendo, seis destas, máquinas, as quais lhe renderam uma lucrativa parcela patrimonial advinda das refinarias de petróleo e açúcar (sua primeira concessão de patente ocorreu no ano de 1878, referente à confecção da máquina de barril-hopping). Dentre as demais criações, constam: máquina para colar cabedais de sapato, um gerador a vapor, um dispositivo anti-descarrilamento para vagões ferroviários. Maria também obteve propriedade intelectual britânica para duas de suas invenções.

Quanto ao bote salva-vidas, até então, eram constituídos de placas de madeiras planas (jangada), sendo de Beasley o design que integrava as grades de proteção. Atualmente, mesmo com diversas melhorias e atualizações, tal objeto se apropria de conceitos por ela desenvolvidos.

Sempre que um corpo for imerso em um fluido ele estará sujeito ao empuxo (E), uma força vertical, dirigida para cima, que tende impedi-lo de afundar.

Na figura 3 é demonstrado como atua esta força: quando um corpo está imerso parcialmente ou totalmente é exercido diferentes forças pelo líquido (devido as diferentes pressões ao redor do corpo) que promovem seu equilíbrio. Sabe-se que a pressão aumenta com a profundidade. Sendo assim, a pressão perto do fundo do corpo é maior que a pressão na parte mais alta do corpo. Somando-se as forças, a resultante será para cima.

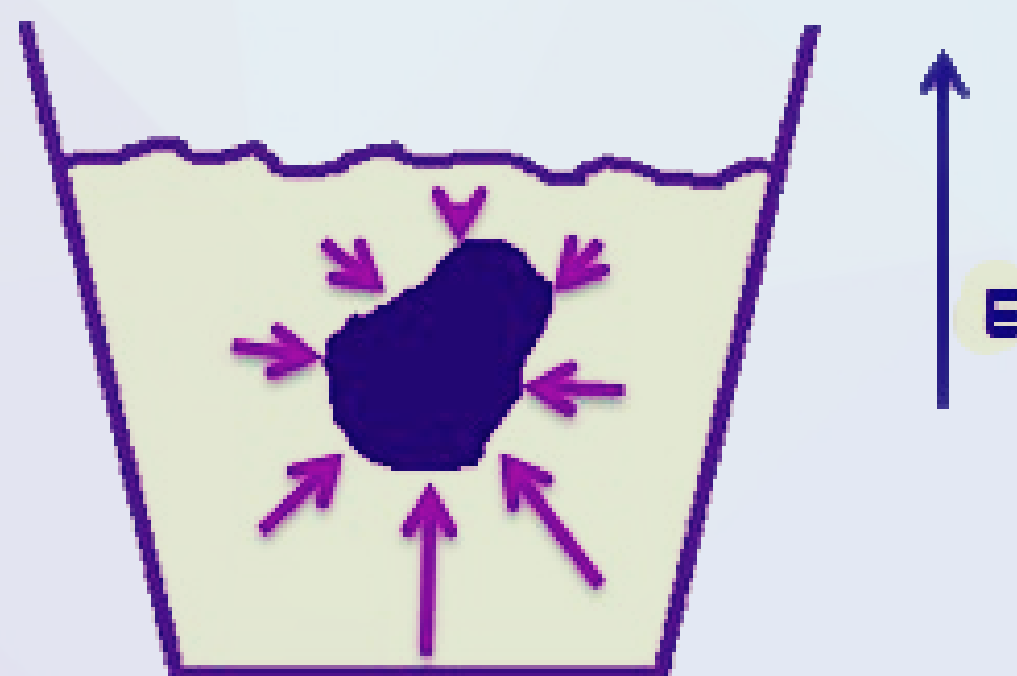


Figura 3: A água ao redor do corpo produz uma força resultante de empuxo para cima.

A força de empuxo E tem sentido oposto ao sentido da força peso P do corpo (figura 4). No equilíbrio estático a intensidade da força de empuxo (E) é igual a intensidade da força peso (P) do líquido deslocado. Ou seja:

$$E = P$$



Fonte: Wikimedia Commons

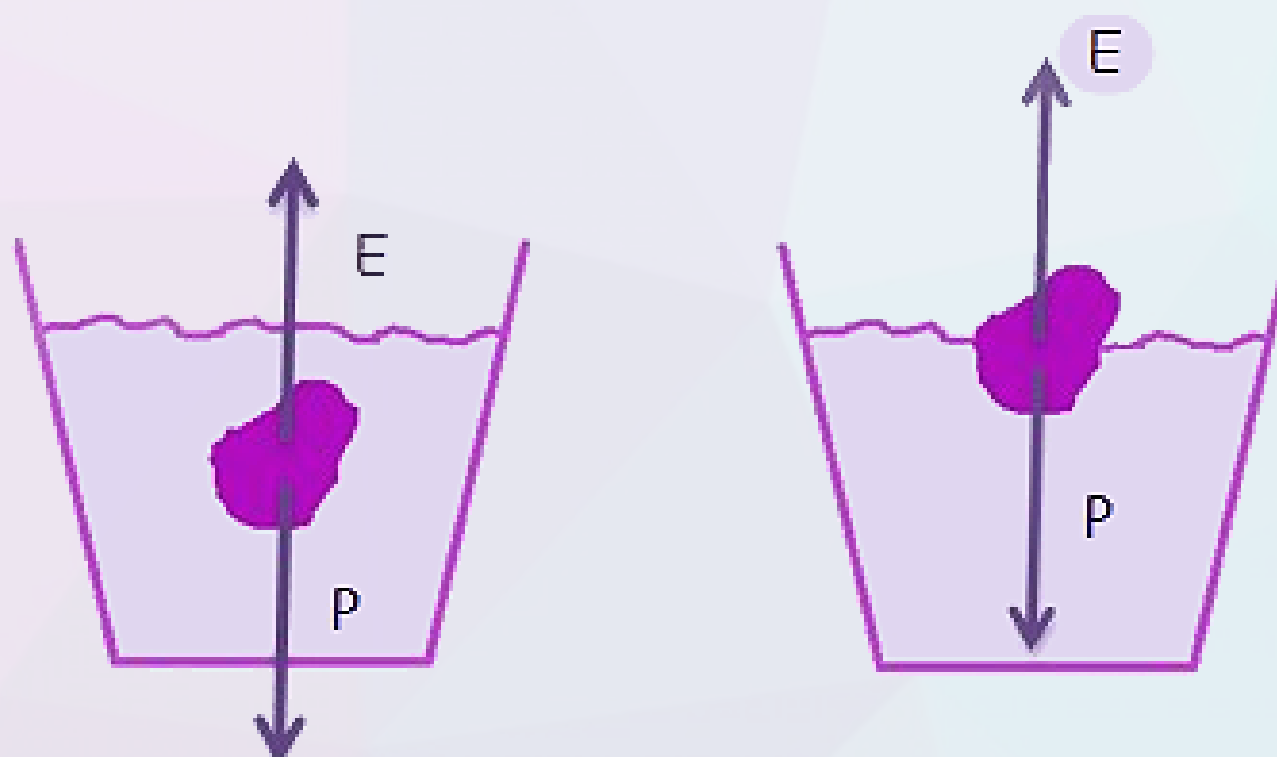


Figura 4: De acordo com o princípio de Arquimedes um corpo totalmente ou parcialmente imerso em um fluido, produz uma força de empuxo, na qual sua intensidade corresponde ao peso do fluido deslocado pelo corpo.

Considerando  $P = m \cdot g$ , na qual  $g$  corresponde à aceleração da gravidade, sendo assim:

$$E = m \cdot g$$

Sendo  $m$  a massa do líquido que deslocou quando o corpo foi imerso, pela equação da densidade, é possível calcular o empuxo em função da densidade ( $d$ ) e volume do fluido deslocado ( $v$ ):

$$E = d \cdot v \cdot g$$

#### Questões:

- 1- Discorra sobre a importância dos botes salva-vidas (projeto de Maria Beasley) para uma situação de naufrágio como a que ocorreu com o Titanic.
- 2- Quando colocamos um objeto de aço maciço na água ele afunda, fato decorrente de o aço dispor de uma densidade maior que a água. Os cascos de navios são feitos de aço. Por que os navios não afundam?
- 3- De acordo com estudos de Babosa-Filho e Costa Neto (2014)

A pesca com jangadas é uma prática realizada há vários séculos pelas populações indígenas brasileiras e, segundo narram diversos cronistas da época da invasão do Brasil pelos portugueses, estas embarcações ocorriam ao longo do litoral que era dominado pela etnia Tupinambá, mais precisamente na região que atualmente compreende o Nordeste do Brasil. Tal riqueza histórica e antropológica eleva a subcultura jangadeira ao status de patrimônio imaterial do Brasil. Apesar deste fato e da relevância social que este tipo de embarcação vem apresentando ao



Fonte: Wikimedia Commons

longo do tempo, principalmente por viabilizar um meio de sobrevivência para inúmeras populações litorâneas do Nordeste, seja por meio da pesca ou transporte de cargas, nota-se um grande descaso histórico por parte do poder público e da própria sociedade como um todo, para os problemas e ameaças que enfrentam estas populações tradicionais. Nesse sentido, as jangadas feitas de troncos que até os anos 1940 ocorria praticamente em todos os Estados nordestinos, atualmente encontram-se restritas ao Estado da Bahia, mais precisamente à região compreendida entre Itacaré e Canavieiras (p. 1).

Ainda, segundo os autores,

O comprimento das jangadas varia entre 5,5 e 7,5 metros, com média de 7 metros. Regionalmente, o comprimento destas embarcações é contado em palmos e, de acordo com os jangadeiros, 35 palmos de um homem adulto correspondem a 7 metros. A largura varia entre 1,2 a 1,5 metros, dependendo da quantidade de troncos utilizados. Quase sempre as jangadas são confeccionadas com seis troncos de árvores, entretanto, algumas são feitas de cinco ou sete troncos (p. 5)

O tronco de um Pau jangada tem em média 70 cm de diâmetro. Considerando que  $d = 490 \text{ kg/m}^3$  para o Pau jangada,  $d = 1000 \text{ kg/m}^3$  para a água qual é a quantidade máxima de massa (kg) que uma jangada pode suportar?

Nesta proposta está uma sequência de conteúdo que foi pensada a partir da inserção de uma contribuição feminina cujas aplicações envolvem conceitos de Física. A personagem não era necessariamente uma cientista Física, mas alguém que se apropriou de conhecimentos físicos desenvolvendo contribuições importantes para a humanidade. Como são poucas as cientistas mulheres que constituem o conhecimento presente em conteúdos sistematizados para o Ensino Médio (especialmente na Mecânica Newtoniana) a proposição foi desenvolver esses conteúdos a partir do contexto de uma notável contribuição feminina. Nesse sentido, como exemplar, configurou-se conteúdos de Hidrostática (Princípio de Arquimedes), através da contextualização do aprimoramento do bote salva-vidas por Maria Beasley. Na sua breve biografia intencionou-se notabilizar outras de suas realizações profissionais enquanto inventora e empresária. Nos exercícios há uma retomada de sua contribuição, juntamente com um problema denotando uma prática derivada da herança cultural indígena (representando de um grupo com valor cultural invisibilizado pelo padrão eurocêntrico).







## Considerações Finais

### **Exercitando a criatividade: professora/professor enquanto intelectual crítica/crítico e transformadora/transformador**

Como foi informado na apresentação desta cartilha, este material didático busca apresentar algumas possibilidades de se trabalhar gênero de modo transversal nas aulas de Física. Ele não se constitui um acervo de materiais catalogados, visto que há uma diversidade de recursos e práticas pedagógicas disponíveis que podem render aulas promissoras.

A intenção é que, a partir desses exemplos apresentados, você professor/professora possa se inspirar, se apropriar ou mesmo desenvolver algo totalmente diferente.

Pense em seu cotidiano em sala de aula, nas abordagens exercidas, nos trabalhos avaliativos sugeridos, nos personagens de exemplos e exercícios, nas figuras utilizadas, nos assuntos das "conversas paralelas", etc. qual/quais intervenções didáticas podem contribuir para um ensino de Física mais equânime?



# REFERÊNCIAS

BERHEIDE, Catherine White. *Sticky floor*. In: SMITH, Vicki (Ed.), *Sociology of work: An encyclopedia*, vol. 1, pp. 826-827. SAGE Publications, Inc., 2013.

GIROUX, Henry A. *Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

LIMA, Betina S. *Teto de vidro ou labirinto de cristal? As margens femininas das ciências*. Dissertação de mestrado em História, 2008. Brasília: Universidade de Brasília. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/3714?mode=full>>. Acesso em 05 jul 2021.

ROSSITER, Margaret W. "The Mathew-Matilda effect in science". *Social Studies of Science*, v. 23, p. 325-41, 1993.

MENEZES, Débora; BRITO, Carolina; ANTENEODO, Célia. Efeito tesoura. *Scientific American Brasil*, v. 177, p. 76-80, 2017.

MICROSOFT CORPORATION, *Why Europe's girls aren't studying STEM*. Microsoft Philanthropies. 2017. Disponível em: . Acesso em: 05 fev. 2021.

SCHIEBINGER, Londa. *O Feminismo mudou a ciência?* São Paulo: EDUSC 2001.

SILVA, Tomás Tadeu. *Documentos de identidade: Uma introdução às teorias do currículo*. 2. ed. Belo Horizonte: Autentica, 2000.

POLKOWSKA, Dominika. *Women Scientists in the Leaking Pipeline: barriers to the commercialisation of scientific knowledge by women*. *Journal Of Technology Management & Innovation*, v. 8, n. 2, p. 25-26, 2013.

ROSA, Katemari; SILVA, Maria R. G. da. *Feminismos e ensino de ciências: análise de imagens de livros didáticos de Física*. *Revista Gênero*, v. 16, n. 1, 2016.