

UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI - URCA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA - SBF
COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL
SUPERIOR - CAPES

KELI GOMES FERREIRA

**Radioatividade e gênero na sala de aula: Um guia para o
ensino crítico de Física no Ensino Médio**

**JUAZEIRO DO NORTE - CE
2025**

KELI GOMES FERREIRA

Radioatividade e gênero na sala de aula: Um guia para o ensino crítico de Física no Ensino Médio

Produto Educacional apresentado à Universidade Regional do Cariri - URCA, como parte integrante da dissertação estudo da Radioatividade no Ensino Médio: problematizando questões de gênero na ciência por meio de uma Sequência de Ensino baseada na teoria de Paulo Freire

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Rejane da Silva Dantas.
Coorientador: Prof. Dr. José Arcênio dos Santos Lourenço

JUAZEIRO DO NORTE - CE
2025

Descrição Técnica do Produto

Origem do produto: este e-book é fruto da pesquisa intitulada *Estudo da Radioatividade no Ensino Médio: problematizando questões de gênero na ciência por meio de uma Sequência de Ensino baseada na teoria de Paulo Freire* desenvolvida no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) Polo 31.

Nível de ensino a que se destina: Educação Básica.

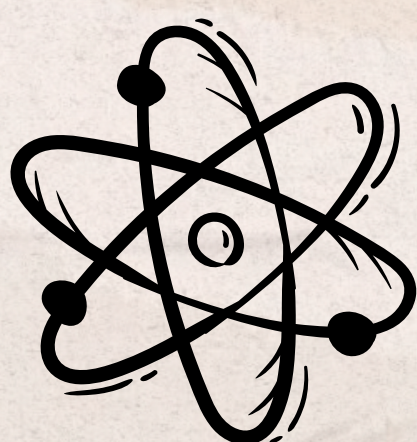
Área de conhecimento: Ensino de Física.

Público-alvo: Professores(as) do Ensino Médio.

Categoria deste produto: e-book.

Finalidade: Contribuir através de um material de apoio direto e inspirador para professores e professoras que desejam abordar o Ensino de Física de forma crítica e socialmente relevante.

Ilustrações/Imagens: canva.com



APRESENTAÇÃO

Este e-book foi elaborado como produto educacional e parte da dissertação de Mestrado intitulada ***Estudo da Radioatividade no Ensino Médio: problematizando questões de gênero na ciência por meio de uma Sequência de Ensino baseada na teoria de Paulo Freire***, de autoria da Prof^a. Keli Gomes Ferreira, sob orientação do Prof. Dr. Cláudio Rejane da Silva Dantas e coorientação do Prof. Dr. José Arcênio dos Santos Lourenço. Este produto tem como base a análise da situação atual da educação e dos desafios encontrados durante a realização da pesquisa. O objetivo é fornecer aos professores ferramentas que possam auxiliar na inserção de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio, desconstruindo equívocos e preconceitos sobre a temática, bem como propor novas reflexões acerca de questões críticas que permeiam o contexto educacional, como questões de gênero na ciência, em um processo inclusivo das meninas e a valorização das identidades individuais.

Aproveite!

PRODUTO EDUCACIONAL: E-BOOK



RADIOATIVIDADE E GÊNERO NA SALA DE AULA: Um Guia para o Ensino Crítico de Física no Ensino Médio








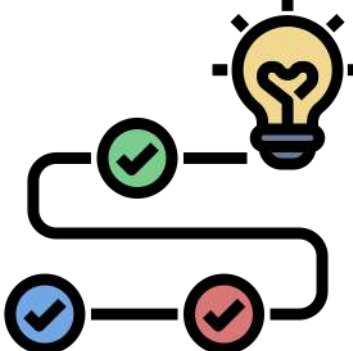
Autora:

Keli Gomes Ferreira

Autor:

Prof. Dr. Claudio Rejane da Silva Dantas

Sumário

- 1 Leitura introdutória 
- 2 Fundamentação e contexto: Por que mudar o Ensino de Física? 
- 3 Freire nas aulas de Física: O ensino libertador. 
- 4 Gênero e Ciência: um olhar para a representatividade feminina. 
- 5 Sequência de Ensino detalhada: Radioatividade e gênero. 
- 6 Resultados: A voz dos estudantes 
- 7 Experiências em outros trabalhos 
- 8 Algumas considerações. 

Leitura Introdutória

A História de Thayury



Thayury é uma menina de 17 anos e sempre foi uma adolescente extrovertida, sociável e muito dedicada a tudo que se dispõe a fazer. Através da sua beleza, simpatia e determinação, conseguiu ganhar o título de Miss Teen Ceará em 2022, onde já se encontrava no primeiro ano do Ensino Médio, em uma escola profissionalizante, no curso de finanças.

Durante todo o ano de 2022, a disciplina de Física foi lecionada por um professor. No ano de 2023, a autora deste produto educacional, começou a redigir a disciplina de Física, começando a notar o comportamento de Thayury com relação a disciplina. Pois, ela sempre se mostrava atenta, participativa, fazendo perguntas que iam além do conteúdo ministrado. Até um caderno especial para a disciplina a mesma tinha. Sempre se saia bem nos trabalhos e avaliações da disciplina.

Até que um dia a professora questionou se ela pretendia fazer faculdade e qual seria, e ela respondeu meio constrangida: *"Professora, eu acho que vou fazer odontologia, minha família quer muito que eu faça e eu acho que dar certo"*. A professora logo em seguida questionou sobre sua paixão pela Física, e ela permaneceu reflexiva.

A partir dessas conversas, e buscando um ensino mais crítico e inclusivo, a professora sempre buscava utilizar metodologias que favorecessem a autonomia dos estudantes e suas realidades, como também, evidenciava as contribuições das mulheres para a construção da ciência, apresentando os conceitos a partir da sua historicidade.

Em 2024, a professora convidou Thayury para fazer parte de um projeto para o Ceará Científico, que tinha como temática trabalhar gênero e ciência na comunidade escolar. Não só a referida aluna, mas outras alunas e alunos participaram do projeto.

Este projeto destacou a importância da representatividade feminina na ciência e na comunidade escolar, motivando meninas que sonham em um dia fazer ciência.

Uma das intervenções do projeto foi uma roda de conversa com estudantes que decidiram seguir carreira em áreas afins a Ciências da Natureza e Matemática, que estavam no terceiro ano. Para falarem um pouco de suas escolhas e o que contribuiu. Thayury participou desta roda de conversa.

Em sua fala ela destacou: *“Eu sempre fui apaixonada pela Física, mas achava que não era para mim. Mas ao ter uma professora Mulher, que é apaixonada pela sua profissão, que se cuida, e não é “descabelada” como Einstein, que nos incentiva, me fez perceber que eu posso também. Participar deste projeto me motivou mais ainda, pois pude conhecer a quantidade de mulheres que foram essenciais para o desenvolvimento da ciência. E, sim, que isso não fique só no projeto, mas que a representatividade feminina seja abordada nas escolas, pois faz diferença em nossas decisões”.*

Em 2025, Thayury passou na UFCG no curso de Física, o qual está cursando atualmente e gostando bastante.

A partir deste relato, podemos perceber a importância que a educação faz na vida dos estudantes e o quanto ela precisa ser transformadora. Onde os educadores precisam transformar a realidade através da sua ação e reflexão, como uma forma de recriar o mundo, assumindo um papel de sujeito transformador e não de objeto.

Fonte: Autora, 2025.



Para refletir... Caro professor/a, de que forma o ensino crítico e dialógico de reconhecimento e estímulo às habilidades de Thayury contribuiu para as suas percepções e escolha de carreira?

Capítulo 1:

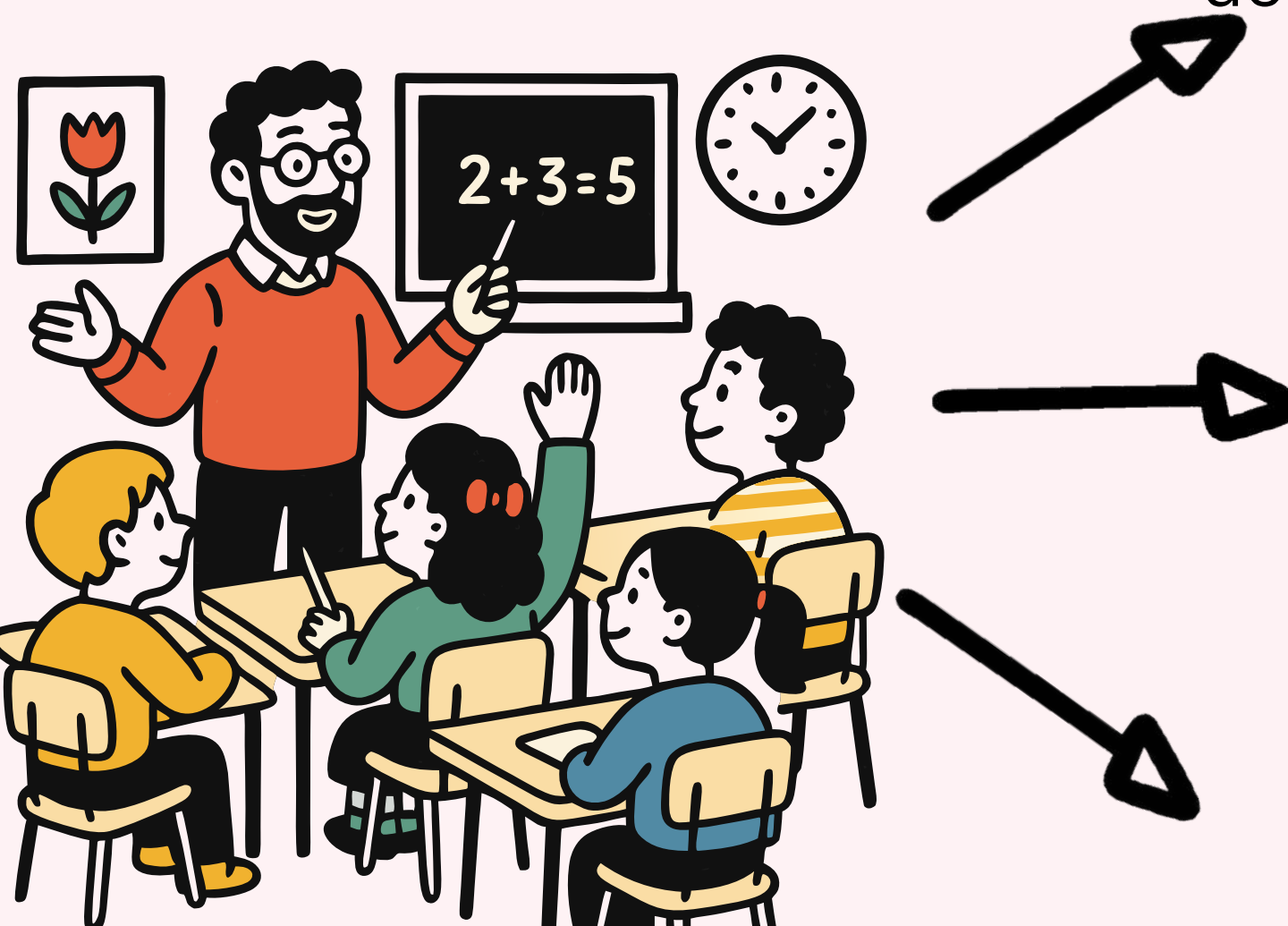
Fundamentação e contexto: Por que mudar o Ensino de Física?

Desafios no Ensino de Física

Ensino linear, excessivamente narrativo e transmissivo, que não considera as relações socioculturais dos estudantes.

Falta de renovação dos conteúdos na Educação Básica, formação continuada dos professores e inserção de metodologias inovadoras.

Ainda perpetua um visão eurocêntrica da ciência, desconsiderando a diversidade de experiências e contribuindo para a falta de figuras femininas em Ciências da Natureza e exatas, materiais didáticos e propostas pedagógicas.



Importante!

O ensino de ciências precisa ir além de teoria e incluir atividades diversificadas, associando os conteúdos com a realidade e as vivências cotidianas.

(Fonte: De Oliveira; Martins; Da Silva, 2020)

A introdução de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio pode ser um dos pilares para a promoção de uma renovação no Ensino de Física. Pois a abordagem de assuntos que envolve FMC, como a Radioatividade, pode preparar esses jovens para uma sociedade em constante evolução, reduzir o atraso nos conteúdos ensinados, e, melhorar as metodologias tradicionais ainda presentes em seu ensino.

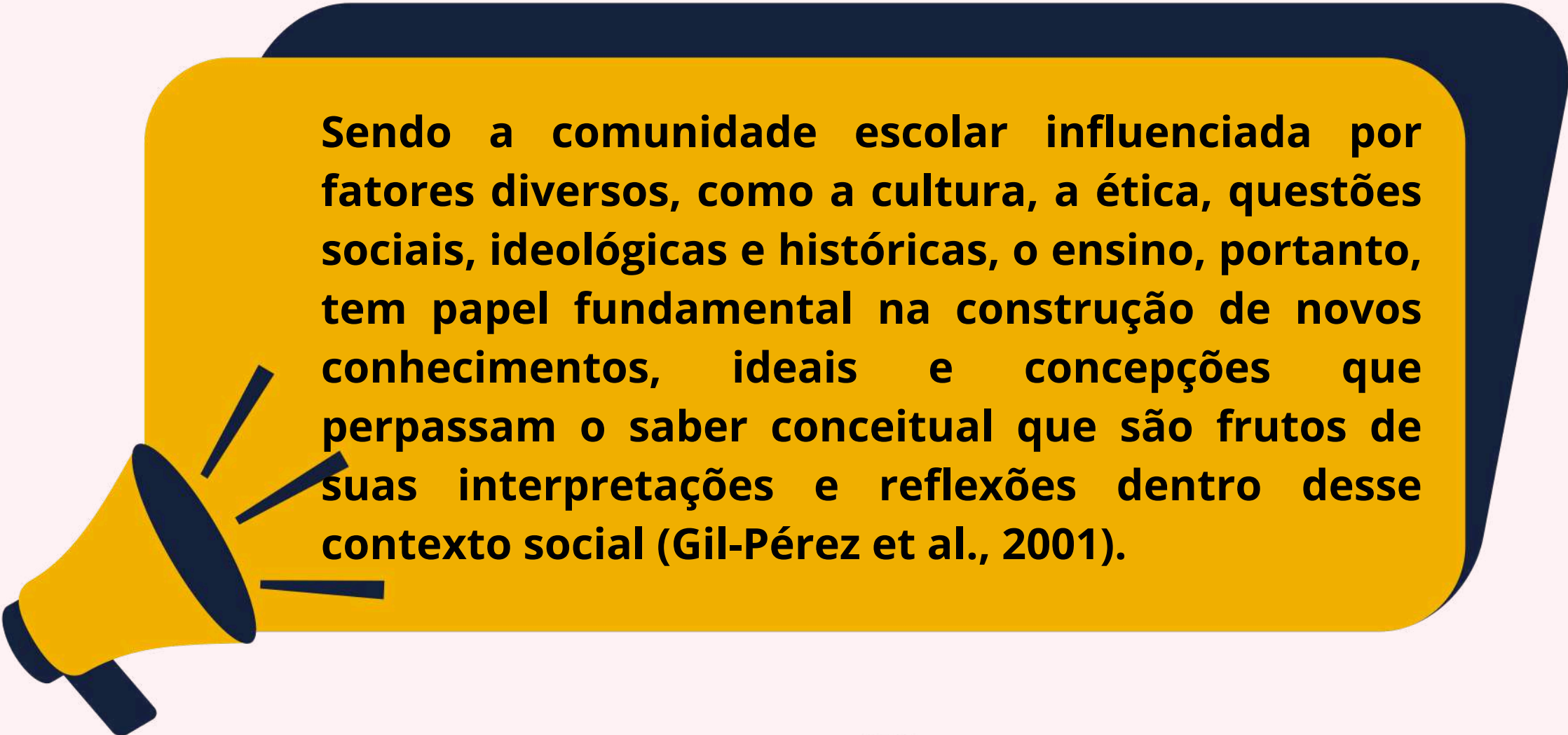
(Januário; Hoering; Massoni, 2024; Raicik, 2020; Chiarelli; Moreira, 2012).

Os documentos oficiais, na área de Ciências da Natureza, como a BNCC reforçam essa base e traz relevância para uma abordagem de conceitos físicos que permeiam o dia a dia dos estudantes, sendo sistematizados em “leis, teorias e modelos” (Brasil, 2018, p. 550).

[...] de forma que possam estabelecer conexões com a resolução de seus problema cotidianos, como avaliar os efeitos biológicos da radiação em um exame de radiografia ou tomografia [...] (Brasil, 2018, p.551).

Vale destacar, que a implementação de um tema como a Radioatividade no Ensino Médio, demanda uma interpretação cuidadosa dos conceitos, combinada com estratégias metodológicas inovadoras que promovam o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos. Pois, a abordagem deve ser feita de modo a não os distanciar ainda mais, e sim, conquistá-los e atraí-los em todas as dimensões do aprendizado.

Neste cenário, ainda se encontra aspectos sensíveis, como tendo o Ensino de Física desprovido de conexões com o cotidiano e seus contextos socioculturais perpetuando uma visão eurocêntrica da ciência, que limita o potencial da educação como instrumento de transformação e perpetua desigualdades, contribuindo para a falta de inserção de figuras femininas em Ciências da Natureza e exatas, materiais didáticos e propostas didáticas.



Sendo a comunidade escolar influenciada por fatores diversos, como a cultura, a ética, questões sociais, ideológicas e históricas, o ensino, portanto, tem papel fundamental na construção de novos conhecimentos, ideais e concepções que perpassam o saber conceitual que são frutos de suas interpretações e reflexões dentro desse contexto social (Gil-Pérez et al., 2001).

Marie Curie no ensino da Radioatividade, contribuindo para questões críticas de gênero na Educação Básica

A carência de representatividade das mulheres nas ciências e a persistente desigualdade de gênero são problemas que se perpetuam ao longo da trajetória educacional (Heerdt; Batista, 2017). A omissão de cientistas mulheres em materiais didáticos, assim como em pesquisas que abordam novas metodologias de Ensino de Física, aliada a práticas pedagógicas e interações sociais enviesadas em escolas, contribui para a perpetuação de estereótipos de gênero e para a segregação da presença feminina nas ciências (Cunha, 2016).

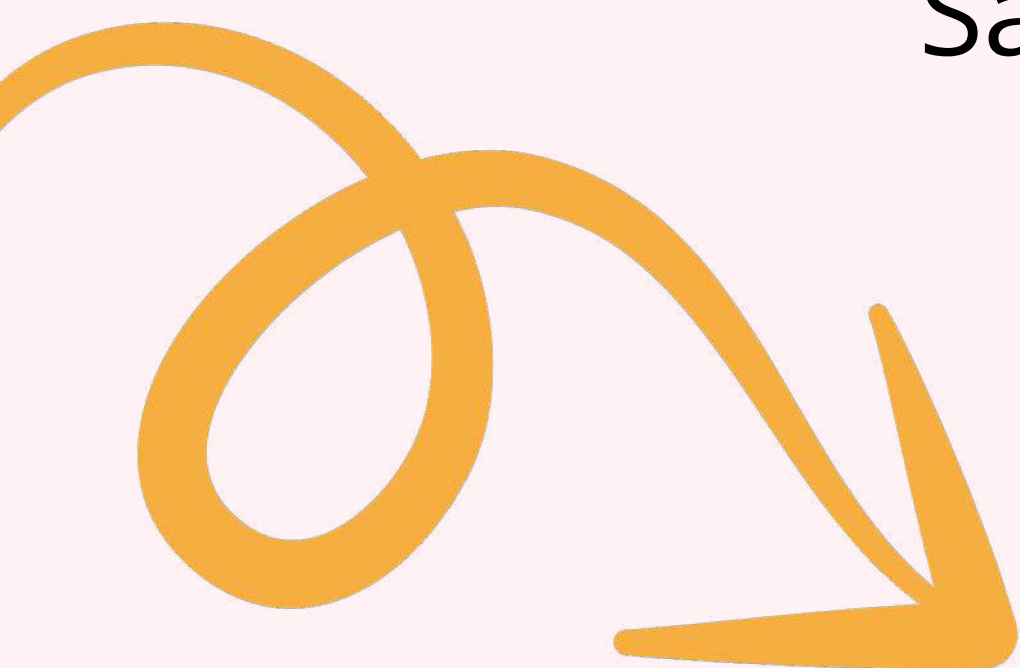
As mulheres na ciência enfrentaram e continuam a enfrentar muitos desafios, incluindo discriminação de gênero, falta de oportunidades e reconhecimento limitado. No entanto, suas realizações e seu legado continuam a inspirar futuras gerações de cientistas (Rossini, 2016).

Em nosso entender, é importante considerar contribuições, como as de Marie Curie, e levar esta discussão acerca dos estudos da Radioatividade feitos por esta cientista para dentro do ambiente escolar, para além da introdução de conceitos da Física Moderna, mas também, problematizar questões de exclusão das mulheres a educação e às carreiras científicas.



**Ampliando os
conhecimentos...**

Saiba mais sobre essa
Teoria.

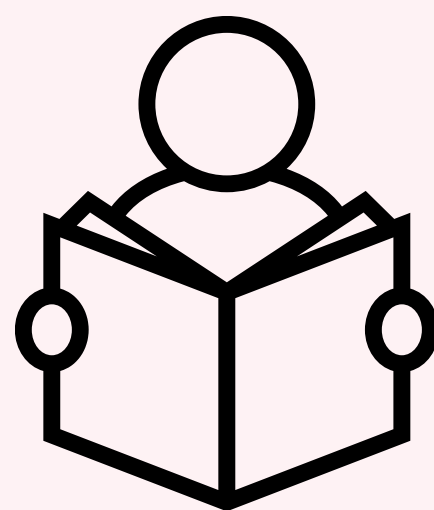



Importante!

A organização curricular para o ensino da Radioatividade deve ser complementada pela inclusão de discussões sobre gênero, que evidenciam o papel das mulheres na sociedade e na ciência. Essa necessidade, se justifica pela exclusão histórica das mulheres do campo científico, e, apesar do aumento da participação feminina, as questões de gênero ainda são negligenciadas nas salas de aula.



Dica de leitura





Capítulo 2: Freire nas aulas de Física: O ensino libertador.



O que diz a lei?




De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) os conhecimentos conceituais que subjazem à Radioatividade devem oferecer uma base para que os estudantes possam desenvolver capacidades investigativas, refletir criticamente situações problemas presentes nos contextos socioculturais.

Para que os estudantes possam compreender leis, teorias e modelos para mobilizarem em momentos de resoluções de problemas individuais, sociais e ambientais (Brasil, 2018, p. 550)

Dentro do contexto de aprendizagem, o ensino vem se configurando como uma ingestão de informações passivas, mecânicas, autoritárias e distantes do desenvolvimento crítico, deixando de ter como principal objetivo a construção de saberes e conhecimentos amplos.

[...] O ensino deve ser um processo dialógico, no qual educadores e educandos se reconhecem como sujeitos ativos e históricos, capazes de construir conhecimentos em uma perspectiva crítica como agentes de transformação. Pois a educação configura-se como um ato político e social intrinsecamente ligado à transformação da realidade (Freire, 1987).



É fundamental destacar que a pedagogia de Paulo Freire defende uma educação libertária, em que a construção do saber perpassa a evolução do próprio ser. De forma que os processos de ensino e aprendizagem caminham juntos, sem possuir uma hierarquia entre professor e aluno no ato de ensinar algo a alguém. Neste processo, os alunos se tornam educandos-educadores e os professores são os educadores-educandos, dando espaço para pensamentos críticos e problematizadores na construção dos conhecimentos.



Relações sociais: ponto central da pedagogia freireana

Freire apresenta que as relações sociais desempenham um papel central dentro da concepção de educação. Pois o aprendizado se dá a partir da realidade concreta dos indivíduos, de suas experiências e vivências. Onde a sala de aula deve se tornar um espaço de diálogo e reflexão sobre os problemas e desafios enfrentados, buscando soluções coletivas e transformadoras.

situação de opressão no ambiente educacional

[...] a internalização da opressão se manifesta na dificuldade dos alunos em questionar o professor, mantendo a imagem de “detentor do conhecimento” “dono da verdade”, mesmo sendo motivados a participar e colaborar com a aula através de suas contribuições, se recusam. A resposta automática sempre que indagamos algo, é: “A Senhora que deve saber, pois é a professora”. Revela a crença de que o conhecimento é propriedade exclusiva do educador, impedindo o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia intelectual.

CRÍTICA À EDUCAÇÃO BANCÁRIA

[...] Freire faz crítica ao modelo da educação bancária. Para ele a educação bancária ainda persiste em nosso sistema de ensino. Ele diz que nela, o conteúdo é imposto de forma unilateral, sem considerar as necessidades e realidades dos alunos. Essa abordagem impede o potencial de uma educação libertadora. Tal relação opressor-oprimido, tão presente nessa educação, precisa ser superada (Freire, 1987).

Associação da teoria de Freire com o ensino da Radioatividade

A escola, assume um papel fundamental na formação de indivíduos conscientes, através de uma educação em que se pense em mudanças nas práxis para um ensino libertador e problematizador. A educação deve ser um processo colaborativo, onde todos aprendem e ensinam ao mesmo tempo. Isso vai além da inclusão da dialogicidade em sala de aula.

A educação deve-se empenhar em sua desmistificação dos fatos históricos. Pois, para utilizar a dialogicidade como um ato indispensável e revelador da realidade, se faz necessário que o ensino seja contextualizado a partir de sua abordagem histórica e da sua historicidade.

Freire defende que o ensino deve ser organizado a partir da pesquisa, da investigação da realidade dos estudantes e das questões que permeiam o ambiente educacional. Ensinar e pesquisar são coisas inseparáveis. É através da busca por entender que o conhecimento realmente acontece. Ao investigar a realidade dos alunos, podemos oferecer uma educação problematizadora que os ajude a desenvolver seu pensamento crítico e a se tornarem capazes de agir no mundo. Por isso, o professor que incentiva a reflexão deve se apoiar nesse conhecimento inicial para estimular a curiosidade dos alunos e levá-los a buscar um entendimento mais profundo.

Como afirma Freire (1987, p.50) "O momento deste buscar é o que inaugura o diálogo da educação como prática da liberdade. É o momento em que se realiza a investigação do que chamamos de *universo temático* do povo ou o conjunto de seus temas geradores". Ou seja, os temas geradores, extraídos da visão de mundo e das vivências dos estudantes, guiam a elaboração do currículo, conectando o aprendizado à realidade dos educandos.

A abordagem de Paulo Freire para a educação, oferece uma estrutura poderosa para organizar o ensino de ciências de forma crítica e humanizada, como a inserção da Radioatividade no Ensino Médio, ao mesmo tempo em que se discute o papel das mulheres na ciência, como Marie Curie. O referencial freiriano se articula fortemente com uma perspectiva de ensino que busca contextualizar o conhecimento científico em suas dimensões históricas, políticas e sociais.

A Radioatividade, se torna um tema oportuno para levantar reflexões críticas sobre questões de gênero a partir da trajetória da cientista Marie Curie. Pois, a entrada da abordagem de gênero na discussão da física da radioatividade pode não apenas despertar interesse das meninas pela Física, mas também fornecer uma compreensão conceitual e histórica mais profunda e abrangente do tema para todos os alunos, tornando o ensino mais inclusivo, dialógico e transformador, assim como defendido por Freire.

Freire defende esse caráter crítico da educação, onde apresenta a sala de aula como espaço de diálogo, em que o processo de aprendizagem acontece através da mediação mútua entre educadores e educandos. Como também, justifica que o processo de ensino e aprendizagem deve acontecer a partir da realidade concreta dos estudantes, dos problemas que permeiam o ambiente educacional, moldando suas percepções, para que possam se tornar agentes de transformação.

O tema da Radioatividade se manifesta como desafiador para os professores desde o domínio do conteúdo e compreensão dos conceitos, como para relacionar a contextualização histórica e social com o cotidiano. Em geral sua abordagem vem demonstrando um enfoque maior nos conteúdos e pouca correlação com aspectos históricos significativos.

Essa prática diverge das diretrizes da BNCC, que propõem um ensino de Ciências da Natureza mais abrangente e contextualizado, no qual a Radioatividade, inserida no eixo "Matéria e Energia", é abordada sob uma perspectiva ampla e circunstanciada (Brasil, 2018).



A organização curricular para o ensino da Radioatividade deve ser complementada por metodologias inovadoras e inclusão de discussões sobre gênero, que facilitem sua transposição de ensino para a Educação Básica.

"Uma das tarefas mais importantes da prática educativa crítica é criar situações em que os alunos se relacionem uns com os outros e com o professor, construindo juntos uma compreensão da realidade" (Freire, 1996).

Como a inserção de temas que envolvem a FMC na Educação Básica necessita de uma transposição didática cuidadosa, no capítulo quatro apresentaremos uma Sequência de Ensino detalhada para trabalhar o tema da Radioatividade. O quadro a seguir resume os principais conceitos de Paulo Freire que fundamentam a nossa Sequência de Ensino, articulando o estudo da Radioatividade com as questões de gênero na ciência.

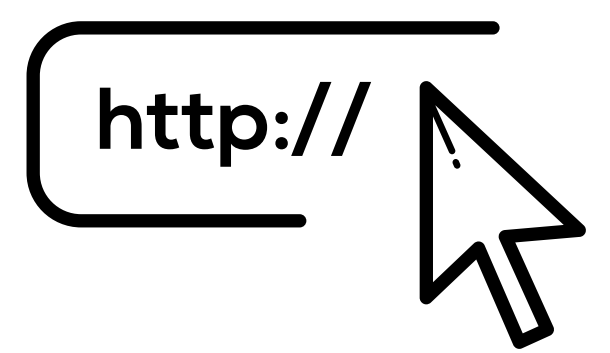
Conceito Freiriano	Princípio Central	Aplicação na Sequência de Ensino
Educação Bancária (crítica)	Conhecimento é estático e desvinculado da realidade	Não limitamos o ensino da radioatividade à fórmulas e exercícios. Como não apresentamos Marie Curie apenas como uma figura isolada de sucesso, sem discutir o contexto histórico e social.
Educação Problematizadora	O conhecimento é construído através do diálogo e da problematização da realidade	Iniciamos o estudo com temas geradores (eixos temáticos) sobre a radioatividade (medicina nuclear, usinas, bombas atômicas) e o papel da mulher na ciência. Transformamos o conteúdo da radioatividade e o contexto de Marie Curie em problemas a serem investigados pelos alunos.
Diálogo/Dialogicidade	Relação horizontal e de respeito mútuo entre educador e educando.	Promovemos rodas de conversa sobre as implicações sociais e éticas da radioatividade e os desafios de gênero enfrentados por Marie Curie. O professor atua como mediador, não detentor exclusivo do saber.
Práxis	Ação e reflexão sobre o mundo, visando transformá-lo. Não basta conhecer a teoria é preciso agir	Promovemos reflexões críticas nos estudantes sobre a radioatividade, suas aplicações, a representação feminina. Assim como projetos de intervenção e conscientização.
Conscientização	O indivíduo sai da "ingenuidade" e adquire uma visão crítica da realidade, percebendo-se como sujeito histórico capaz de transformá-la.	Conduzimos o aluno a compreender que a radioatividade é um conhecimento com aplicações políticas e sociais e que a história de Marie Curie reflete estruturas de poder e opressão de gênero na ciência que podem ser transformadas.


Fonte: Autora, 2025.

Ao adotar essa perspectiva, o estudo da Radioatividade no Ensino Médio transcende a memorização de conceitos e se torna um espaço para a leitura crítica do mundo, onde o conhecimento científico é articulado com questões de impacto social e humano.



Saiba mais sobre o ensino da Radioatividade em uma perspectiva freiriana.





**Capítulo 3:
Gênero e Ciência:
um olhar para a
representatividade
feminina.**



*“Ainda que a voz delas trema,
elas continuarão a falar.”*

(Audre Lorde)

Os estereótipos de gênero na ciência, profundamente enraizados na sociedade e em suas expectativas culturais, exercem uma influência significativa no ambiente escolar. Eles moldam como alunas e alunos percebem suas aptidões em disciplinas como Física e Matemática, perpetuando baixa participação feminina nessas áreas e limitando o desenvolvimento pleno do potencial científico de todos os estudantes.

Gênero e Física

“O estereótipo de um cientista na área da Física é associado predominantemente à imagem masculina. Essa estereótipo [...] acaba por afastar as mulheres desta área. Nesta visão, os físicos passam grande parte de suas vidas estudando em laboratórios, sem tempo para a família, o que seria entendido culturalmente como uma carreira imprópria para as mulheres, que deveriam se dedicar à família, ter filhos etc.” (Cartaxo, 2012, p.37).

Um dos agravantes para esta situação dentro do contexto escolar são os livros didáticos de ciências. Pois, em seus conteúdos, há uma quase total invisibilidade das mulheres, cujas contribuições para a ciência raramente são destacadas. Essa representação distorcida da ciência cria uma lacuna crítica na formação dos estudantes. Ao não apresentarem mulheres como protagonistas da história da ciência, tais materiais didáticos reforçam a percepção de que a ciência é um campo exclusivamente masculino.



As dicotomias e polarizações presentes na construção do conhecimento científico podem influenciar as escolhas de carreira das meninas, afastando-as das áreas de Ciências da natureza (Lavarda; Pereira, 2019).

Como abordar a representatividade feminina na ciência?

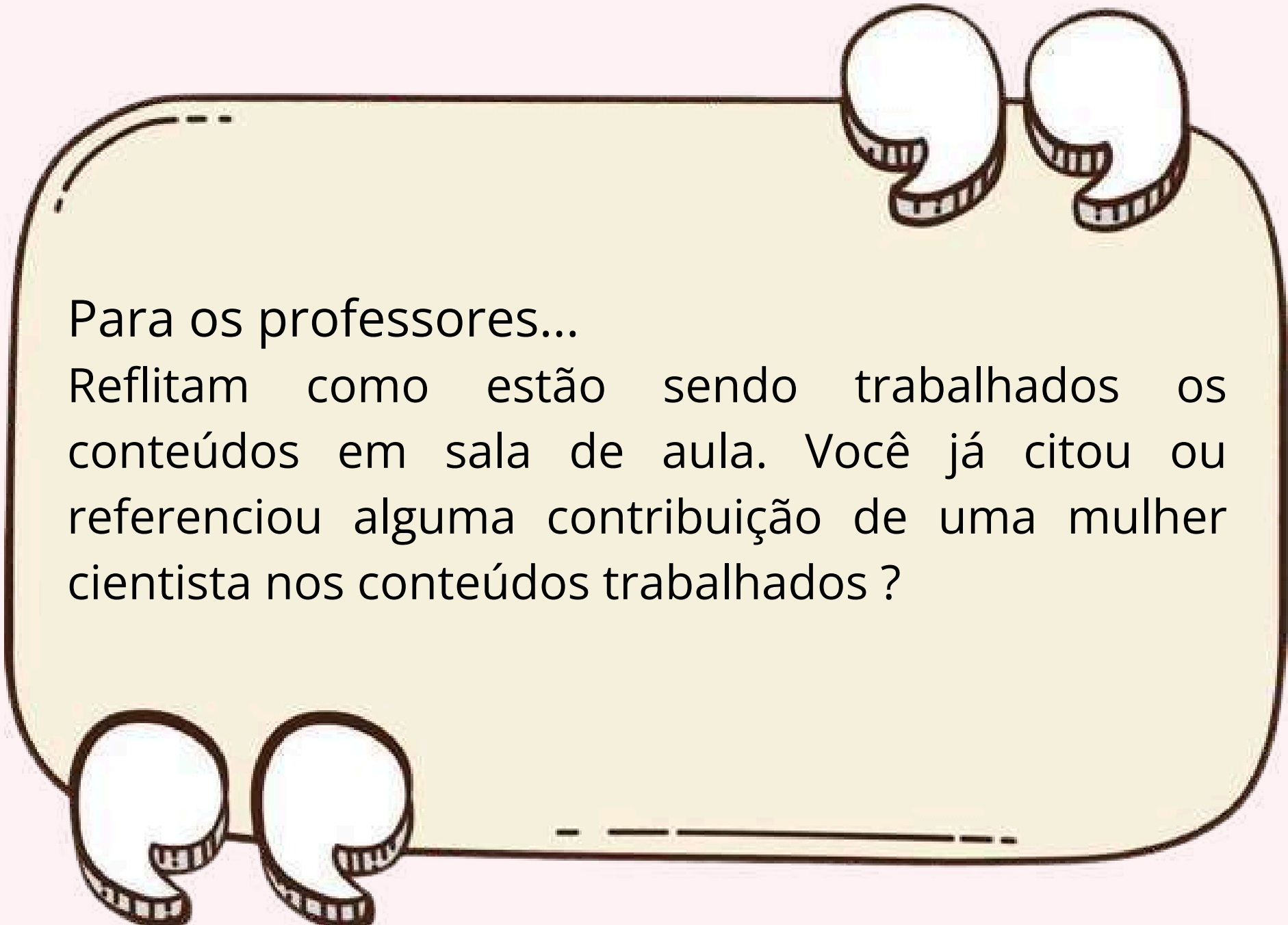
A inserção do tema da Radioatividade em sala de aula oferece uma oportunidade excelente para destacar o papel das mulheres na ciência, muitas vezes negligenciado nos currículos tradicionais. Ao abordar esse tema, é possível apresentar as contribuições de cientistas como Marie Curie, além de outras mulheres importantes na área da Radioatividade que podem ter suas contribuições destacadas. Além disso, apresenta uma oportunidade para discutir questões de gênero na ciência. Desta forma, se constituindo como estratégia para ensinar Física e despertar o gosto pela ciência, peculiarmente as meninas do Ensino Médio.

Para além da organização curricular, Thomé e Mendes (2023) apontam que é fundamental inserir no ensino da Radioatividade discussões sobre gênero e a participação das mulheres na ciência. Pois, apesar do crescente acesso das mulheres à educação e à carreira científica, o debate sobre gênero ainda é historicamente negligenciado na sala de aula.

Papel do professor e da professora!

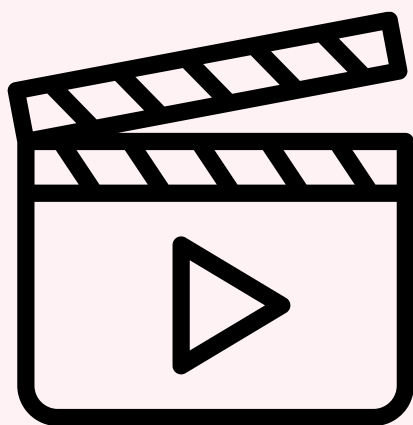
A escola tem o poder de construir, fortalecer e promover a equidade nas áreas de Ciências da Natureza e Matemática, ampliando as chances e expectativas dos estudantes. Nesse sentido, a influência dos educadores é fundamental, pois eles estão diretamente envolvidos na identificação de talentos e na formação de visões de mundo. Suas palavras e ações, sejam elas encorajadoras ou desqualificantes em relação ao desempenho e ao potencial científico das alunas, possuem poder de influenciar a maneira como enxergam a si mesmas como futuras cientistas.

Trabalhos que abordam a temática da Radioatividade, associados a questões de gênero, são de grande importância, pois, oferecem uma análise completa e contextualizada do tema. Podendo revelar impactos positivos, contribuindo para o interesse de alunas pela ciência (Thomé; Mendes, 2023).



Para os professores...

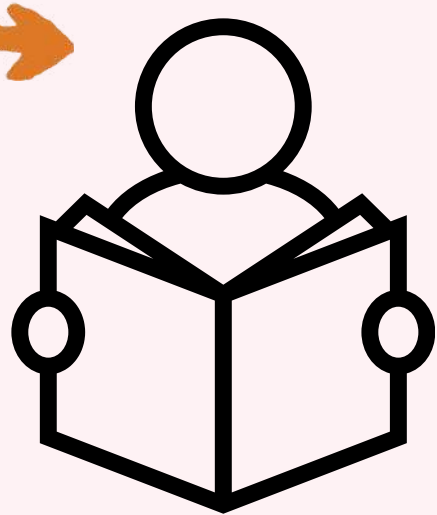
Reflitam como estão sendo trabalhados os conteúdos em sala de aula. Você já citou ou referenciou alguma contribuição de uma mulher cientista nos conteúdos trabalhados ?



Dica de filme: Radioactive



“Radioactive” conta a história da cientista Marie Curie, retratando sua jornada como cientista pioneira, suas descobertas científicas revolucionárias e os impactos dessas descobertas na ciência, medicina e guerra. Como também, aborda os desafios enfrentados em um mundo científico dominado por homens, os impactos sociais e pessoais das descobertas, que culminaram no tratamento de câncer e na criação da bomba atômica.



Indicação de artigo que trabalha a Radioatividade e questões de gênero na ciência a partir do filme Radioactive:

Leia o artigo: **O filme “radioactive” e a história das mulheres na ciência: uma proposta de sequência didática**

(Amanda Ramos de Mattos Thomé; Marta Ferreira Abdala Mendes)

MULHERES EM DESTAQUE



Marie Curie (1867-1934): Física e química polonesa, pioneira no estudo da radioatividade. Ganhou dois Prêmios Nobel, em Física e Química, por suas descobertas sobre novos elementos e suas propriedades.

Fonte: <https://www.google.com/>

Rosalind Franklin (1920-1958): Química britânica, suas pesquisas em cristalografia de raios-X foram cruciais para a descoberta da estrutura do DNA. Seu trabalho, embora subestimado na época, foi fundamental para um dos maiores avanços científicos do século XX.



Fonte: <https://www.google.com/>



Grace Hopper (1906-1992): Almirante da Marinha dos EUA e cientista da computação, pioneira no desenvolvimento de linguagens de programação e compiladores. Seu trabalho facilitou a programação de computadores e impulsionou a indústria de software.

Fonte: <https://www.google.com/>

Hedy Lamarr (1914-2000): Atriz e inventora austríaca, co-inventou a tecnologia de salto de frequência, precursora do Wi-Fi e do Bluetooth. Sua invenção revolucionou as comunicações sem fio e moldou o mundo tecnológico moderno.



Fonte: <https://www.google.com/>



Katherine Johnson (1918-2020): Matemática americana, seus cálculos precisos foram essenciais para as missões espaciais da NASA, incluindo o voo de Alan Shepard e a chegada do homem à Lua. Sua história de superação e brilhantismo inspirou o filme "Estrelas Além do Tempo".

Fonte: <https://www.google.com/>



Fonte: <https://www.google.com/>

Mae Jemison (1956-presente): Médica e astronauta americana, primeira mulher afro-americana a viajar ao espaço. Jemison é um exemplo de determinação e excelência, quebrando barreiras e inspirando jovens de todo o mundo.

Enedina Alves Marques (1913-1981): Primeira engenheira negra do Brasil, enfrentou preconceitos e abriu caminho para outras mulheres negras na engenharia.



Fonte: <https://www.google.com/>



Fonte: <https://www.google.com/>

Jaqueline Godoy Mesquita (1985 - presente): Matemática premiada internacionalmente, suas pesquisas inspiram mais mulheres a seguirem carreiras científicas.

Duília de Mello (1963 - presente): Astrônoma reconhecida por suas descobertas sobre supernovas e buracos negros, é uma voz importante na divulgação científica. Em 2014 ganhou o Prêmio Diáspora Brasil na categoria Profissional do ano de 2013 em Tecnologia, Informação e Comunicação, concedido pelo Ministério de Relações Exteriores e pelo Ministério de Indústria e Comércio.



Fonte: <https://www.google.com/>




Fonte: <https://www.google.com/>

Jaqueline Goes de Jesus (1989-presente): biomédica brasileira reconhecida por liderar a equipe que sequenciou o genoma do coronavírus no Brasil em tempo recorde, contribuindo significativamente para o entendimento e combate à pandemia no país. Sua conquista a tornou um símbolo da ciência brasileira e um exemplo inspirador para jovens cientistas, especialmente mulheres.

Daiane dos Santos (1983- presente): ex-ginasta brasileira, pioneira e ícone da ginástica artística no país. Ao longo de sua carreira, conquistou inúmeras medalhas, sendo reconhecida por sua determinação, carisma e por abrir portas para futuras gerações de ginastas brasileiras.



Fonte: <https://www.google.com/>



Capítulo 4:

Sequência de Ensino detalhada: Radioatividade e gênero

Esta proposta de ensino apresenta uma intervenção pedagógica para o estudo da Radioatividade sob uma perspectiva de gênero. Esta sequência busca envolver ativamente professores e estudantes na construção e transformação de suas realidades educativas. Ao explorar o tema Radioatividade, são incorporadas discussões que abordam as experiências, representações e contribuições de mulheres e homens na Física Nuclear, bem como as implicações de gênero no desenvolvimento e aplicação dessa tecnologia. Através de atividades diversificadas e reflexivas, a sequência visa promover uma compreensão mais abrangente e equitativa da Radioatividade e suas interfaces com a sociedade.

A sequência de ensino, inspirada nos Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) e fundamentada na concepção de educação dialógica de Paulo Freire (1987), visa promover um ambiente de aprendizado dinâmico e engajador.

Nessa abordagem, o professor assume o papel de mediador do conhecimento, atuando como uma ponte entre os conceitos científicos e a realidade vivida pelos estudantes. Ao estabelecer essa conexão com o cotidiano, busca-se despertar a curiosidade, estimular o pensamento crítico e facilitar a internalização dos conteúdos, tornando o processo educativo mais relevante e transformador.

Para uma educação dialógica, alinhada ao pensamento de Paulo Freire, o ato de estudar transcende a mera recepção de informações. Isso implica uma profunda apropriação da significância dos conteúdos, um movimento ativo de busca por conexões intrínsecas entre eles e suas reflexões nos âmbitos histórico, social e cultural. Mais crucial ainda, demanda que o educando se reconheça como sujeito ativo e protagonista do seu aprendizado, adotando uma postura investigativa, reflexiva e sistemática diante do conhecimento. Freire (1987) nos lembra que:

“ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”.

A abordagem dos Três Momentos Pedagógicos, nesse contexto, revela-se como facilitadora para o crescimento intelectual e a apropriação científica do saber pelo estudante. Configura-se como uma ferramenta metodológica que ecoa os princípios freirianos ao estimular a autonomia e o protagonismo discente.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) delineam a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos em etapas que se harmonizam com a filosofia freiriana:

A **Problematização Inicial**, busca trazer à tona situações-problema autênticas, enraizadas na realidade dos estudantes. Essa etapa não visa apenas identificar dificuldades, mas despertar a curiosidade, o estranhamento e a percepção de que o conhecimento existente talvez não seja suficiente para compreender ou transformar aquela situação. Ao problematizar, o professor convida os alunos a desnaturalizarem o senso comum e a questionarem.

A **Organização do Conhecimento**, momento de diálogo em que o professor é um mediador que facilita a troca de saberes, a discussão de diferentes perspectivas e a construção coletiva do conhecimento. Este momento valoriza a voz dos estudantes, suas experiências e seus saberes prévios. Caracteriza-se como um processo dinâmico onde alunos e professor aprendem juntos, construindo uma compreensão mais aprofundada e contextualizada do tema em estudo.

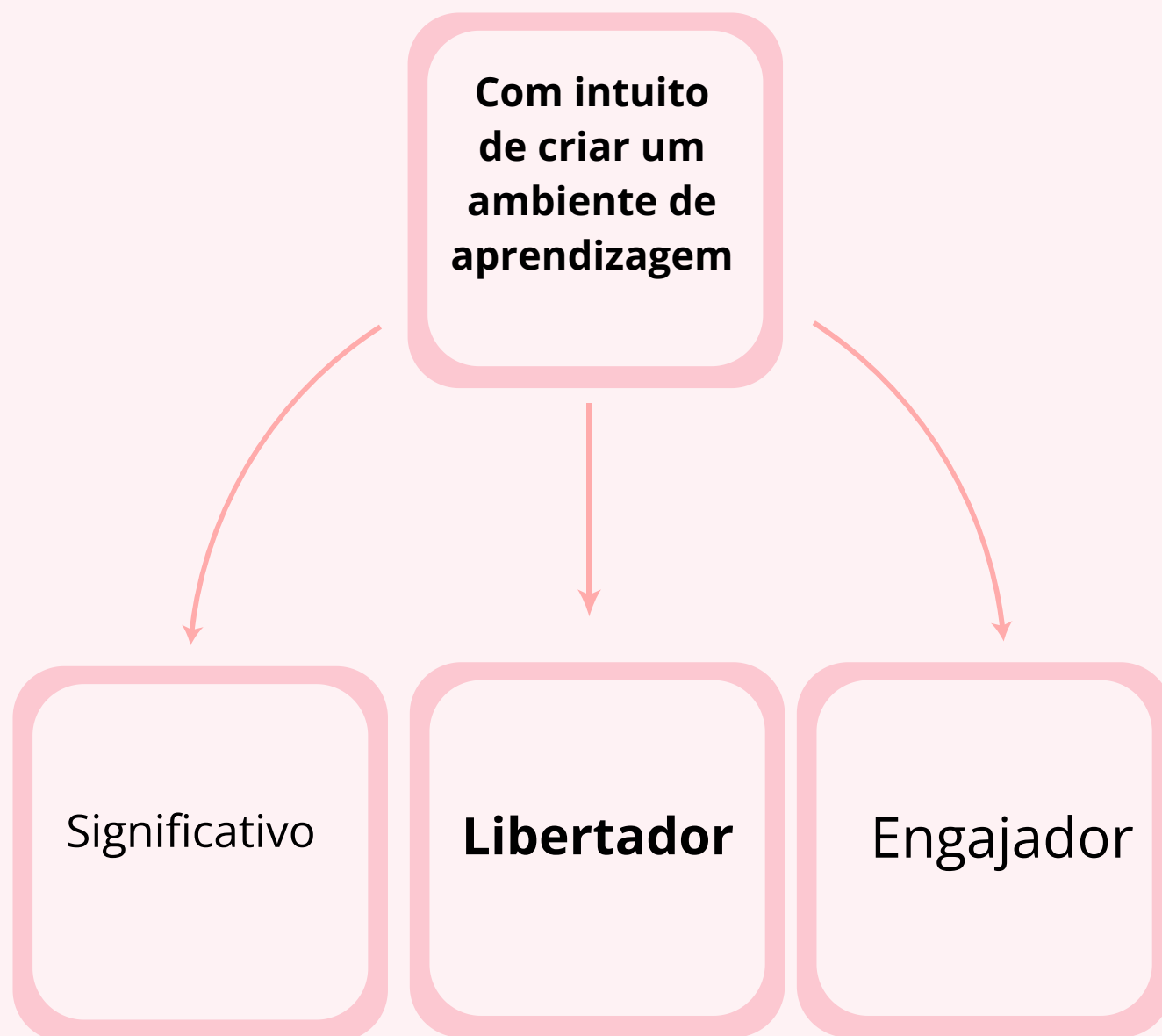
A **Aplicação do Conhecimento**, etapa em que estudantes são convidados a intervir na sua realidade, aplicando os conhecimentos construídos de forma criativa e transformadora, refletem o movimento dialético proposto por Freire, onde a reflexão e a ação se unem em um processo contínuo de emancipação intelectual e social. Oportunidade para os alunos exercitarem a sua capacidade de análise e de criatividade.

Importante!

O ponto de partida é sempre a experiência trazida pelos estudantes; o diálogo como ferramenta pedagógica fundamental, a partir das trocas de ideias e construção coletiva dos conhecimentos; o papel do professor como mediador, em que estimula a reflexão crítica e a autonomia dos estudantes.

Em suma ...

Adotando essa abordagem



Em sintonia com as ideias de Paulo Freire, será apresentada uma Sequência de Ensino estruturada a partir dos Três Momentos Pedagógicos e fundamentada na teoria de Paulo Freire para o estudo da Radioatividade na Educação Básica em uma perspectiva de gênero.

Enfatizamos aos professores a importância de realizar uma escuta com seus estudantes, entender suas realidades, concepções de vida, sonhos, contextos...

Freire (1987) enfatiza que esse momento de busca é o que inaugura o diálogo da educação como prática libertadora, pois é o momento em que se realiza a investigação do que chamamos de "universo temático" ou conjunto de seus "temas geradores"

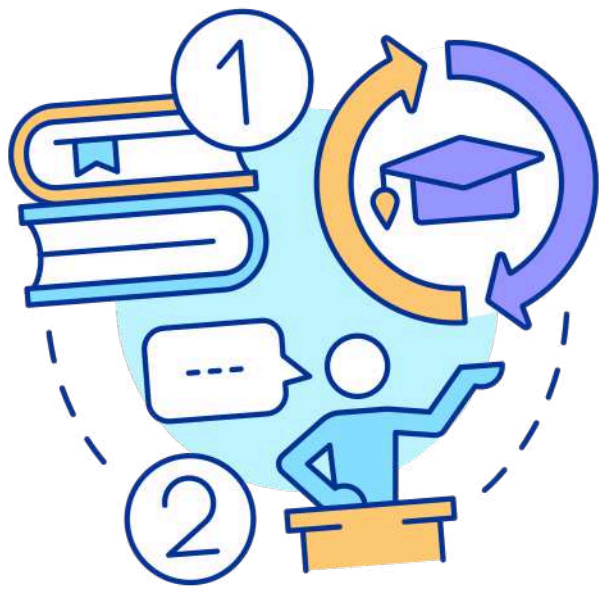
Por isso, antes da aplicação dessa metodologia de ensino, é necessário que se faça uma escuta, investigação, mapeamento da turma, entendendo seus contextos, objetivos, nível de ensino e perspectivas com a educação. Pois, esse levantamento será fundamental para a sua conduta metodológica da sequência. Sempre adaptando o ensino para cada contexto e realidade.

Antes de iniciar a aplicação da Sequência de Ensino, é interessante que seja entregue aos alunos, por dupla, um caderno de campo. Esse caderno servirá para o registro de todas as atividades realizadas durante a sequência pelas vozes dos estudantes. Ao final, eles entregarão o caderno preenchido.

Ainda...

Esta Sequência que será apresentada foi desenvolvida para ser trabalhada em uma Eletiva de uma Escola Estadual de ensino regular. Por isso, a mesma é composta por encontros presenciais e remotos, assim como é apresentado a ementa para esta unidade curricular, neste contexto. Porém, ela pode ser adaptada, complementada e aperfeiçoada, dependendo de cada realidade ou contexto.

A ideia é apresentar uma proposta didática que contribua para a inserção de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, como também, despertar a sensibilidade dos professores sobre questões críticas que permeiam o ambiente educacional, como discussões de gênero na ciência.



Sequência de Ensino

A estrutura de cada encontro é a seguinte:

1º Encontro (Problematização Inicial)

No primeiro encontro, como forma de introduzir a temática, é fundamental que seja realizado a problematização inicial sobre a Radioatividade permeada pela questão problema: **“A Radioatividade é boa ou ruim?”** Em seguida, é interessante dividir a turma em duplas e para cada dupla entregar dois textos, como por exemplo: **“O horror atômico: Hiroshima e Nagasaki e a Física da Radiação”** e **“A radiação que ajuda a gente: Raio X e Energia Nuclear”**. A proposta para os alunos será a leitura de cada material e construção de um texto destacando suas opiniões sobre a questão problema levantada e depois realizar um debate, para neste momento já começar a despertar a criticidade histórica nos estudantes. Desta forma, **conforme Freire (1987), “não há como apresentar os temas históricos isolados, soltos, desconectados, mas em relação dialética com outros, seus opostos”**.

A partir disso, é necessário entender que os alunos precisam conhecer os malefícios e benefícios da radioatividade, embasado em acontecimentos históricos, para criarem suas próprias perspectivas do tema. O encontro será finalizado com o debate e resposta à questão problema.

Encontro remoto ou encaminhamento para casa: Propor aos estudantes que pesquisem sobre as mulheres que contribuíram para o estudo da radioatividade. Pois, este conhecimento servirá para o segundo encontro.



Sequência de Ensino

2º Encontro (Problematização Inicial)

Neste encontro, propomos que seja feita a problematização sobre as mulheres e a radioatividade. Com a pesquisa realizada pelos estudantes no encontro remoto/atividade de casa, entende-se que eles já possuem algumas bagagens sobre o cenário das mulheres em relação às descobertas da radioatividade. Salientamos que este encontro é de extrema importância para todo o desenvolvimento desta sequência, pois é a partir dele que começará a desenvolver a sensibilidade dos estudantes para as questões de gênero presentes no estudo da radioatividade e na ciência como um todo.

Para problematizar este encontro, é importante levantar as seguintes questões problemáticas: **“Quais cientistas estudaram a Radioatividade? E quais contribuições a cientista Marie Curie desempenhou?”** Em seguida, mostre aos estudantes um documentário que evidencie os impactos e desafios das descobertas de Marie Curie para a ciência. Com base nas pesquisas realizadas e no documentário apresentado, levante um debate sobre as cientistas e a radioatividade como forma de despertar nos alunos a criticidade em relação à omissão dos fatos históricos e os preconceitos de gênero associados à ciência.

De acordo com o exposto, acreditamos que a aprendizagem e o desenvolvimento do senso crítico dos estudantes são impulsionados por ideais que confrontam a omissão intencional de narrativas e experiências de grupos marginalizados na história da ciência. Portanto, **a proposta deste encontro, é apresentar para os estudantes a história da radioatividade a partir da perspectiva desses “esfarrapados do mundo”, conforme apresentados por Freire (1987), dando voz àqueles que historicamente foram silenciados, especialmente as mulheres.**

Encontro remoto ou encaminhamento para casa: Com base no encontro presencial, proponha para os alunos assistirem ao filme “Radioactive” que conta a história da Marie Curie. Assim, solicite que observem quais foram as principais descobertas de Marie Curie (o que ela estudava? Procurava entender?), para contribuir com a radioatividade; quais riscos ela estava exposta por falta de conhecimento, além de analisarem toda a história envolvida no filme para entenderem quais foram os avanços alcançados pela cientista para a Física, em uma perspectiva geral.



Sequência de Ensino

3º Encontro (Organização do Conhecimento)

Este encontro, primeiramente é destinado para formação e organização dos conhecimentos sobre a radioatividade, de forma a relacionar os conhecimentos e questionamentos dos alunos, oriundos da análise fílmica, proposta no encontro remoto, como também, seus conhecimentos de mundo, ou seja, partindo dos “temas geradores” que emergem de seu cotidiano, e relacionando a fenômenos científicos.

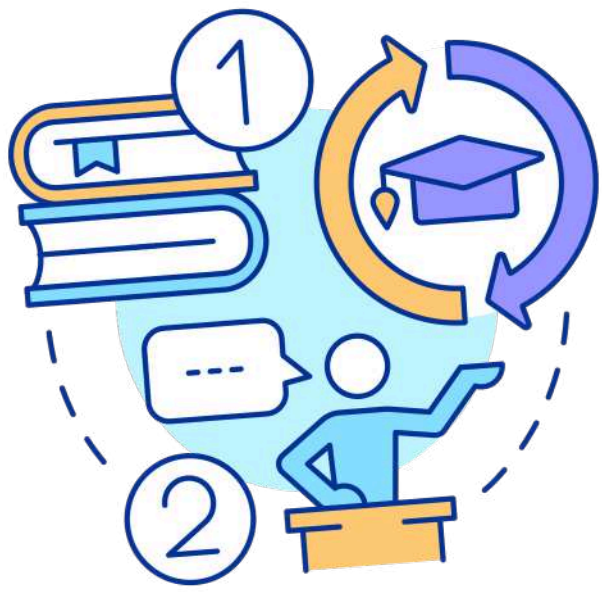
Depois, para a conceituação, começar pela realização de um debate com os estudantes a partir da demonstração de uma lanterna e de uma vela, para que os alunos possam refletir sobre a radiação presente no dia a dia, escutando seus principais questionamentos. Posteriormente, é fundamental apresentar todo o espectro eletromagnético e os tipos de radiação, relacionando-os com aplicações que permeiam o cotidiano dos estudantes.

Freire (1987), diz que o verdadeiro aprendizado se dá quando o saber científico emerge de um diálogo constante com a experiência vivida do estudante, e é nesse processo que o educador consegue construir pontes entre o saber popular e o conhecimento científico.

Portanto, é tarefa do professor apresentar bons exemplos de ancoragem, para que os conteúdos sejam assimilados, e dar condições para que o aluno construa sentido sobre o que está sendo desenvolvido em sala de aula.

Após este momento, focando na radioatividade, apresente toda a sua evolução histórica, contendo os avanços e os pioneiros de cada descoberta. No final do encontro, proponha que os alunos construam uma linha do tempo sobre a evolução da Radioatividade, sobre suas próprias percepções, baseado no que foi apresentado e discutido.

Encontro remoto ou encaminhamento para casa: Proponha que os alunos pesquisem sobre o início da Era Nuclear, seus objetivos e finalidades. O intuito é que eles compreendam sobre o que estava acontecendo naquela época, como se deu a evolução histórica da radioatividade, quais cientistas estavam envolvidos, e quais os reais interesses por trás para sua evolução. Para que assim, possam ir conhecendo um pouco sobre a história da Física e da sociedade, construindo suas percepções a partir do desenvolvimento de seus sentidos críticos.



Sequência de Ensino

4º Encontro (Organização do Conhecimento)

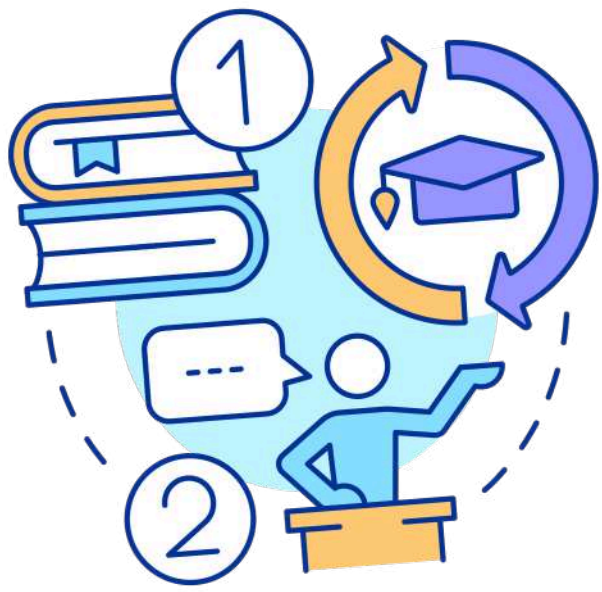
Para iniciar este encontro, indique alguns alunos (ou pergunte quem se habilita) para explicar, em síntese, sobre as pesquisas realizadas no encontro remoto.

Posteriormente, avance um pouco mais nos conteúdos da radioatividade, explicando os conceitos de Fissão e Fusão Nuclear para os alunos. A partir desses conceitos, apresente para os alunos o projeto Urânio (primeiro reator de fissão), seus objetivos e finalidades, assim como, discuta com eles sobre o projeto Manhattan.

Dialogue e problematize o conteúdo apresentado, pergunte aos alunos se eles conseguem relacionar o funcionamento da geração de energia elétrica das usinas nucleares a partir do que foi apresentado na aula, pois assim como coloca **Freire (1987), “o conteúdo não deve ser apresentado como uma verdade absoluta, mas algo a ser dialogado e problematizado”**.

Após esse momento de debate, passe um vídeo sobre o funcionamento de uma usina nuclear, para que os alunos possam relacionar com o que foi discutido durante o encontro.

Encontro remoto ou encaminhamento para casa: Divida a turma em equipes de quatro membros, para pesquisarem sobre aplicações da radioatividade nos reatores de fissão e nas usinas term nucleares e construírem uma breve maquete explicativa, de acordo com seus conhecimentos adquiridos, para apresentarem no próximo encontro.



Sequência de Ensino

5º Encontro (Organização do Conhecimento)

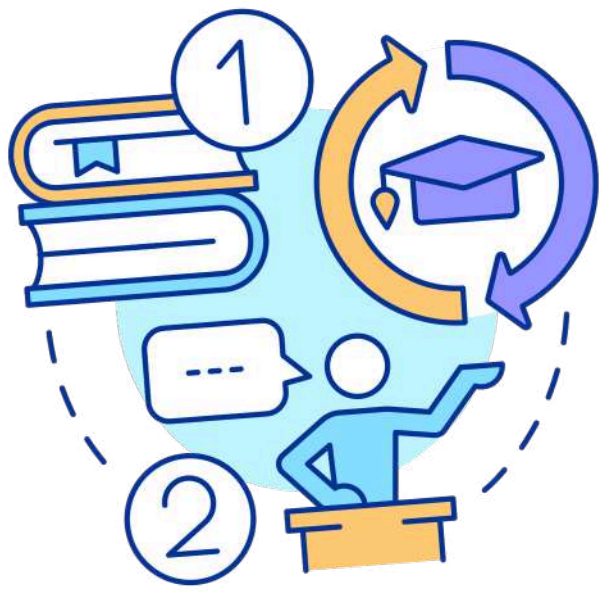
Neste encontro, é indicado que comece pela apresentação dos alunos das suas maquetes, explicando seu funcionamento, baseado nas ideias que tiveram e nos conhecimentos que adquiriram.

Dando sequência ao conteúdo da radioatividade, aborde os conhecimentos sobre os tipos de radiação (alfa, beta e gama). Por se tratar de conhecimentos um pouco mais abstratos, poderá utilizar os simuladores virtuais, como o Phet, para que os alunos possam visualizar macroscopicamente os fenômenos apresentados, buscando uma melhor compreensão deles.

É importante relacionar este conhecimento apresentado com as aplicações no cotidiano, para que não se torne um conhecimento solto e distante, sendo que a verdadeira aprendizagem, **como coloca Freire (1987), “ocorre quando o aluno percebe a relevância do que está aprendendo”**. Isso significa que os conteúdos, mesmo os mais complexos, precisam ser apresentados de forma que o estudante consiga visualizá-los em uso. Não se trata em abandonar a profundidade em favor da superficialidade, mas de contextualizar o aprendizado.

No final desta aula, poderá ser levantado a discussão sobre como essas descobertas impactaram a sociedade e como Marie Curie e outros cientistas desenvolveram essa área.

Encontro remoto ou encaminhamento para casa: Indique que os estudantes reflitam sobre a discussão levantada em sala e pesquisem sobre a cientista Marie Curie para elaborarem um resumo.



Sequência de Ensino

6º Encontro (Aplicação do Conhecimento)

Este encontro poderá começar pela divisão da turma em dois grandes grupos de estudantes, para que juntos, façam a análise de dois casos. Que pode ser uma análise sobre **o acidente de Chernobyl e o papel das mulheres cientistas na mitigação do desastre e outra sobre o uso da radioatividade na medicina**. Onde cada grupo irá pesquisar sobre a análise que ficar, elaborar um material para discussão entre os membros da equipe, e, posteriormente, produzirão um resumo com as ideias centrais.

Neste momento, o professor deixa os alunos debaterem e discutirem por si só cada estudo de caso, tendo como suporte teórico as aulas trabalhadas anteriormente, mas atento, para qualquer solicitação de ajuda, como também estimulará a equipe que não estiver conseguindo fazer um bom estudo. Em seguida, solicite que cada grupo compartilhe com os demais o seu estudo de caso e as questões colocadas, e o professor irá trabalhar com os possíveis “erros” e “acertos” do que foi exposto pelos grupos.

Este encontro apresenta grande potencial da sequência, pois a relação entre a aplicação do conhecimento e a prática, na teoria de Paulo Freire, é um dos pilares para a construção do conhecimento. Pois esse conhecimento deve se dar por um processo que se constrói na práxis, ou seja, na ação-reflexão dos sujeitos. Sendo assim, o diálogo deve permear toda a Sequência de Ensino.

Encontro remoto ou encaminhamento para casa: É indicado que o professor organize os alunos para se prepararem para o próximo encontro, onde será posposto que mediem uma roda de conversa com os professores e alunos das outras turmas. Em que poderão construir materiais informativos (painel interativo sobre a radioatividade e as principais cientistas).



Sequência de Ensino

7º Encontro (Aplicação do Conhecimento)

Indica-se que neste encontro seja realizado uma roda de conversa com professores da área de Ciências da Natureza e Matemática, da comunidade escolar, contando sobre suas trajetórias, superações, vivências e inspirações, e respondendo sobre as questões: **Quais suas opiniões sobre a abordagem de temas contemporâneos na Educação Básica? O que acreditam que as metodologias inovadoras podem contribuir para a aprendizagem dos estudantes? Qual suas opiniões sobre discussões críticas que permeiam o contexto educacional, como questões de gênero na ciência, nas salas de aula?** Assim como, algumas estudantes de outras turmas, que possam falar sobre suas expectativas e planos futuros.

É importante que esta roda de conversa seja mediada por estudantes da turma a qual foi aplicada a sequência de ensino. Além de convidar alguns alunos da turma para relatarem sobre os conteúdos e a metodologia utilizada durante os encontros, e o recorte crítico sobre gênero e ciência. É importante que falem sobre as contribuições que a mesma trouxe para a sua formação humana e desenvolvimento crítico diante dessas temáticas que permeiam a sociedade.

Este encontro é onde os alunos irão utilizar os conhecimentos adquiridos e desenvolvidos durante as aulas, para intervir e transformar a comunidade escolar. O que está diretamente conectado com as ideias de Paulo Freire sobre educação transformadora, que possibilita que os estudantes tenham ação e reflexão de sua realidade, podendo intervir e transformá-la.

Neste encontro, os alunos entregarão o caderno de campo preenchido por eles ao longo da Sequência de Ensino, onde o professor poderá analisar o amadurecimento conceitual dos estudantes sobre o tema, a sensibilização e desenvolvimento crítico dos alunos. Podendo identificar se a metodologia desenvolvida conseguiu atingir os alunos, transformando suas percepções sobre a Física, o conteúdo, e o conhecimento em uma perspectiva geral.

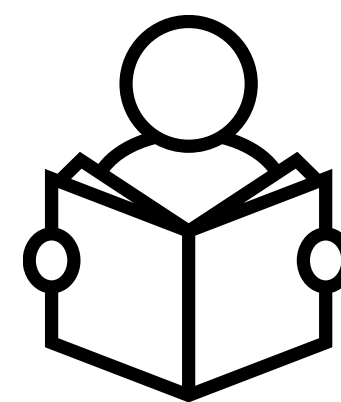
Finalizando aqui a Sequência de Ensino.

IMPORTANTE!

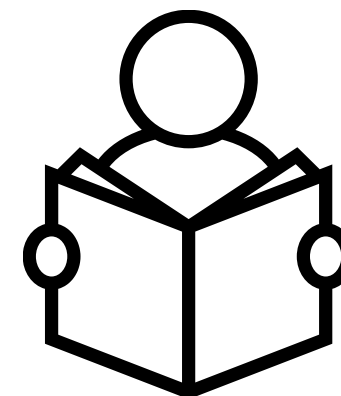
É fundamental destacar que, em toda Sequência de Ensino, deve-se considerar a pedagogia de Paulo Freire. Isso implica que o processo de ensino-aprendizagem deve ser intrinsecamente dialógico e problematizador. Ou seja, o educador não apenas transmite conhecimento, mas atua como mediador, instigando os alunos a refletir criticamente sobre o conteúdo. Nesses termos, o contexto sociocultural dos estudantes e suas vozes (seus saberes prévios, suas indagações e suas experiências) tornam-se elementos centrais e indispensáveis para a construção do conhecimento.

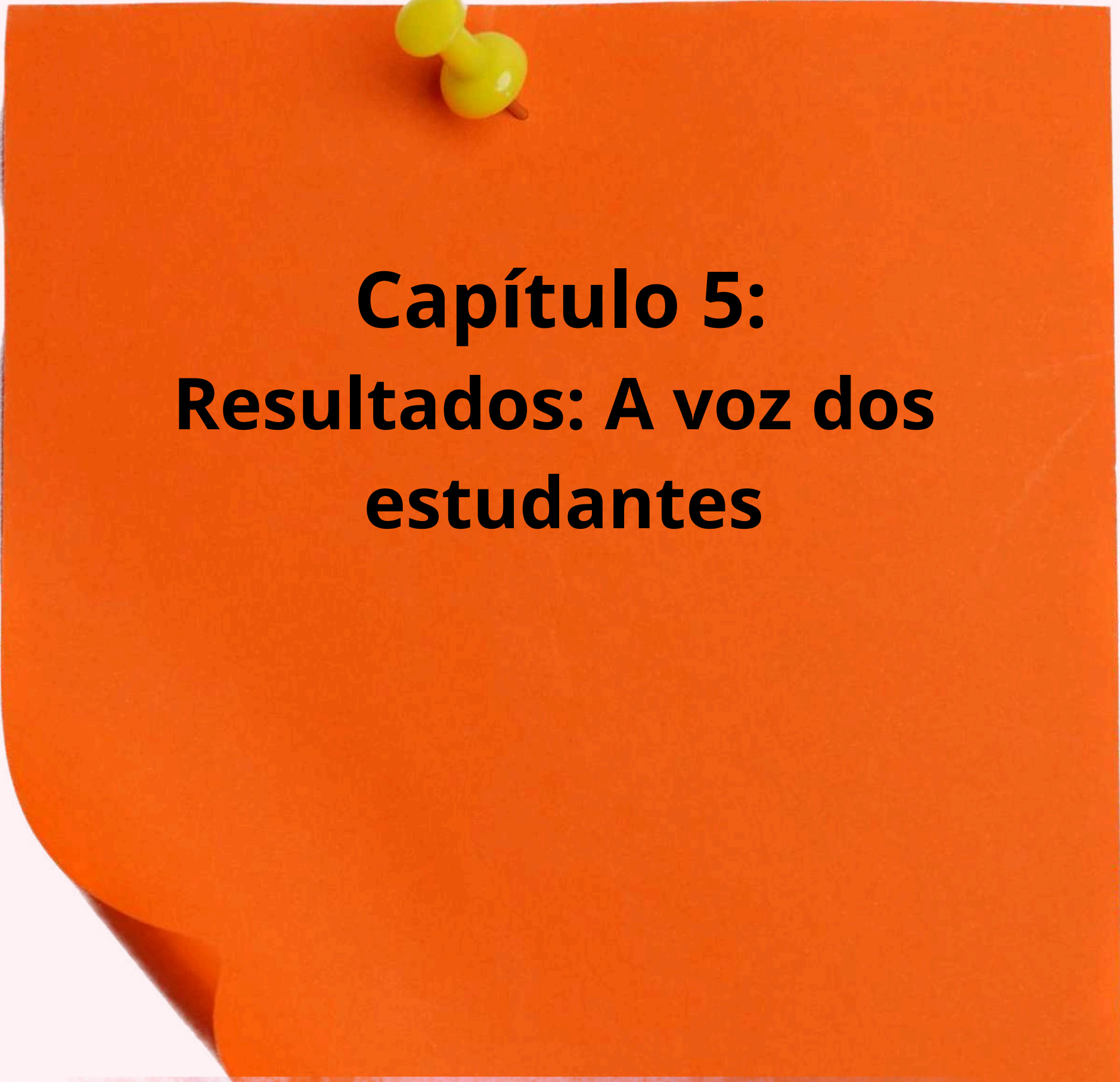
Quer saber mais sobre práticas educativas no ensino de Física Moderna e Contemporânea?

Estudando a relatividade restrita com folhetos de cordel científicos em formato de história em quadrinhos através de uma sequência de ensino à luz da neurociência educacional (Januário, 2020).



Uma nova estratégia para o ensino de física nuclear e radioatividade para o novo ensino médio: autoaprendizagem guiada por aplicativo web (Fernandez et al., 2021).





Capítulo 5: Resultados: A voz dos estudantes

Apresentaremos, logo abaixo, os principais *insights* e falas dos alunos, destacando a transformação de suas percepções com a aplicação da Sequência de Ensino para o estudo da Radioatividade, sugerida no capítulo anterior. Esta Sequência foi aplicada em uma Eletiva, intitulada: mulheres que inspiram nas ciências, de uma Escola Estadual de ensino regular, que fica localizada em um distrito, um pouco afastada da sede do município.



Seguem algumas falas dos estudantes para cada etapa de desenvolvimento da Sequência:

Vozes na escuta:

- Aluno A: “Meu pai trabalha na roça e minha mãe na casa de família e eu me inspiro muito neles, pois passaram muitas dificuldades para nos criar. Minha mãe é muito forte. Por isso, eu tenho vontade de fazer faculdade de psicologia quando terminar o Ensino Médio”.
- Aluno B: “Eu só quero terminar o Ensino Médio e arrumar um emprego na cidade mais próxima e sair da roça”.

Com a escuta realizada, foi possível entender o contexto dos estudantes, suas percepções sobre a educação e seus objetivos futuros.

Vozes no primeiro encontro:

Sobre o debate se a Radioatividade é boa ou ruim

- Aluno A da Equipe X: “Eu não vou mentir que não sabia dessas coisas que envolvem a radiação, que poderia gerar energia elétrica, que estava associado com o Raio x que a gente faz, eu e meu colega descobrimos agora. A gente já tinha ouvido falar nas aulas de história sobre esses acidentes de Chernobyl, mas não entendo muito bem como funciona essa bomba que eles falam. Pelo primeiro texto eu diria que é perigosa, só que lendo sobre o Raio X, a energia, a gente chegou na conclusão de que ela boa, mas tem que saber usar né, professora?”.
- Aluno C da Equipe Z: “Professora, eu acho muito legal esse negócio de radiação, eu já assisti alguns vídeos sobre essas bombas, sempre quis entender. A gente nunca estudou sobre isso, só quando foi em história, e uma vez que a professora de ciências falou sobre os tipos de geração de energia elétrica, e falou da usina nuclear, mas não explicou muito sobre como funcionava. Eu e minha colega achamos que a radioatividade é boa, por que através dela é que podemos ter o Raio X hoje, esses negócios de bomba é coisa de gente do mal, que usa a ciência para guerra. A gente vai estudar para entender como constrói essas bombas? Queria muito entender mais sobre esse assunto, acho muito interessante”.
- Aluno I da Equipe N: “Professora, a gente não sabe não, pois estávamos pensando aqui, será que esses exames de Raio X, não fazem mal para nós? Quando a gente vai fazer ele. Ficamos muito confusas sobre isso, talvez quando a senhora explicar, a gente possa entender melhor”.

Com as falas dos alunos, é possível perceber seus níveis de conhecimento sobre o assunto. Como também, já nota-se um interesse e motivação para as aulas.



Vozes no segundo encontro: Quanto ao debate: Mulheres e Radioatividade

- Aluno A: “De acordo com a pesquisa que a senhora passou, eu percebi que a cientista Marie Curie foi a mais importante para a radioatividade, mas eu vi falando também, que as filhas dela ajudaram bastante. Vi também sobre a Lise Meitner, que falava da contribuição dela para a Fissão Nuclear, acho que é isso. Vamos estudar isso também, professora? Eu percebi na minha pesquisa que essas mulheres sofreram muito na época”.
- Aluno I: “Eu vi que existiram várias mulheres envolvidas nas descobertas da radioatividade, mas quase todas as buscas falavam que elas foram, meio que desvalorizadas”.

Essas falas, mostram a importância de contextualizar o ensino e despertar o desenvolvimento crítico dos estudantes. Eles ficam mais motivados e engajados.

Vozes terceiro encontro: Espectro eletromagnético

- Aluno F: “Professora, eu já vi na INTERNET, que a luz é um tipo de radiação, a vela e a lanterna estão emitindo luz, então emitem radiação?”
- Aluno J: “Professora, então quer dizer que a mensagem que eu envio no meu telefone é levada por onda eletromagnética? Já que a senhora está dizendo que as ondas de rádio e micro-ondas fazem parte da telecomunicação, por isso que é rápido?”.
- Aluno F: “Professora, então eu consigo mudar o canal da televisão com o controle por conta da radiação infravermelha?”.
- Aluno M: “Aqui na nossa região, algumas pessoas falam que a cobra enxerga apenas uma “sombra” que o nosso corpo emite. Como assim?”.

Já é possível identificar a evolução crítica dos alunos sobre o conteúdo, pelas perguntas e interações durante o encontro. Como também, destaca-se a importância do diálogo e a associação dos saberes prévios dos alunos para construção de conhecimentos científicos.



Vozes no quarto encontro: Quanto a Era Nuclear e Fissão e Fusão Nuclear

- Aluno A: “Professora, eu percebi a radioatividade era como uma terra inexplorada. No começo do século XX, os cientistas se sentiam como exploradores descobrindo uma nova terra”.
- Aluno F: “Professora, eu fiquei pensando na Marie Curie e nos cientistas pioneiros. Eles estavam olhando para a radioatividade como uma coisa quase mágica! Eles viam uma força da natureza que podia revolucionar a medicina, curar doenças. Eles não pensavam em destruição”.
- Aluno B: “Professora, agora consegui entender o bombardeio no núcleo que eles tanto falaram quando li sobre a Era Nuclear”.

Essas falas, mostram o desenvolvimento conceitual, histórico e social dos alunos em relação a Radioatividade, demonstrando o impacto que uma aprendizagem contextualizada representa para suas formações.

Vozes quinto encontro: Decaimento radioativo

- Aluno B: “ Se o decaimento transforma um elemento em outro, por que a gente não transforma lixo nuclear em ouro? ”.
- Aluno E: “Professora, se o isótopo do detector de fumaça solta radiação, ele não é perigoso? Onde está o lixo nuclear da maquete que vimos na aula passada? ”.
- Aluno F: “Por que a radiação gama é usada para tratar câncer se o Urânio causa câncer? Não é uma contradição? ”.

Destaca-se que antes de falar sobre os decaimentos radioativos, os alunos apresentaram suas maquetes construídas em casa. E, mesmo o conteúdo sendo um pouco abstrato, percebe-se que a forma como está sendo apresentado para os estudantes é possível obter desenvolvimento conceitual e de aprendizagem. As falas dos estudantes demonstram um raciocínio em amadurecimento científico.



Vozes no sexto encontro: Estudo de caso

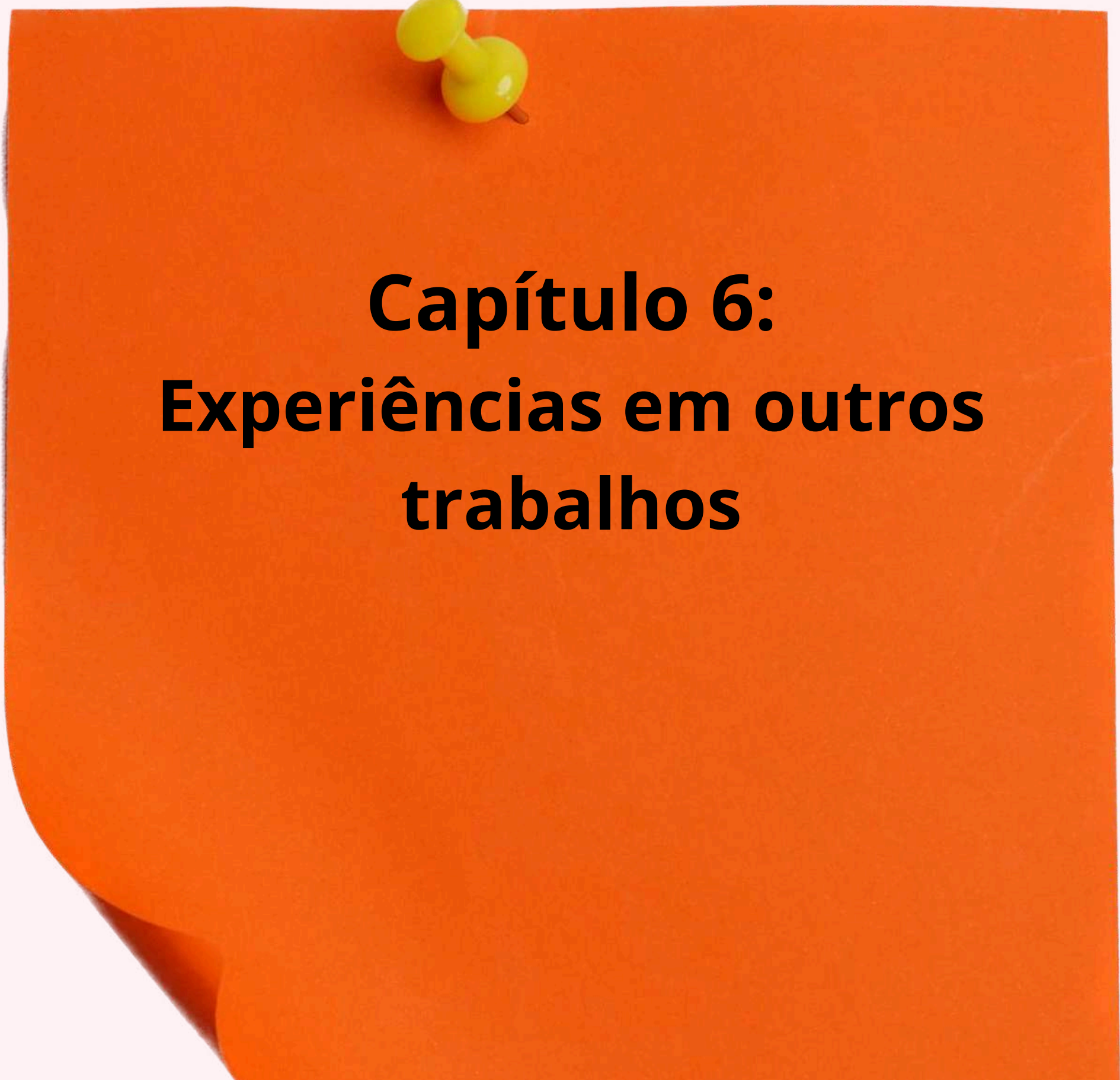
- Grupo Chernobyl, aluno B: “Gente, para nós, o que ficou muito claro é que Chernobyl não foi só um erro técnico. Foi um erro político que tentou abafar a ciência. A gente viu que o papel das mulheres cientistas foi importante. Elas tentaram de toda forma conter a radiação. É exatamente onde as mulheres tiveram o papel extremamente importante mesmo que a sede “Chernobyl” tenha omitido a participação de cientistas, mas na verdade muitas foram essenciais para entender, monitorar e ajudar a combater os efeitos da radiação. O mais chocante foi perceber que as pessoas estavam totalmente no escuro”.
- Grupo Medicina Nuclear, aluno D: “A gente entende o medo de todo mundo quando fala em radiação, por causa de Chernobyl, mas a gente precisa separar as coisas. A mesma radioatividade que causou aquele desastre é o que salva muita gente hoje. Nosso estudo mostrou o quanto a radioterapia e os radiofármacos são essenciais. Vimos que na medicina tem todo um protocolo de segurança, tudo muito controlado”.

Essas falas demonstram a compreensão aprofundada da contextualização da radioatividade. Pois, os alunos puderam aplicar e complementar com suas percepções.

Vozes sétimo encontro: Roda de conversa

- Aluna A: Os debates durante as aulas e os exemplos da professora, ajudaram bastante a gente compreender sobre a história da radioatividade e suas aplicações no nosso cotidiano como na geração de energia elétrica, no raio x que fazemos, até como ela age na bomba atômica”.
- Aluna E: “Antes a Física era temida por nós. Agora, parece mais interessante e relevante e está em tudo que discutimos. Conhecer Sônia Guimarães nos provou que as mulheres podem seguir qualquer carreira. Se ela pode, nós também podemos”.
- Membro da Comunidade Escolar: “É fundamental que a escola não ignore o que estamos discutindo. A inclusão dessas histórias muda a forma como enxergamos o nosso próprio potencial”.
- Membro da Comunidade Escolar: “Isso tudo é verdade, antes eu nem sabia o que queria fazer de faculdade, depois das aulas da professora de Física, eu vi que quero algo nas exatas”.

Com essas falas, destacamos o potencial da Sequência de Ensino para o ensino da Radioatividade no Ensino Médio em uma perspectiva crítica, social, dialógica e inclusiva. A evolução dos conhecimentos e da criticidade dos estudantes durante os encontros, demonstra o quanto é importante que os professores de Física acreditem em metodologias inovadoras para superar os obstáculos e a dificuldade nos processos de ensino e aprendizagem ainda presentes no Ensino de Física.



Capítulo 6: Experiências em outros trabalhos

Neste capítulo, será apresentado um trabalho que foi desenvolvido em uma Escola Estadual de Educação profissional, para trabalhar sobre a representatividade feminina no contexto da Educação Básica.

As lutas femininas desencadearam a posição das mulheres na ciência, pois, nas últimas décadas, é notório avanços significativos no que diz respeito à inserção das mulheres nos espaços científicos. Atualmente, é possível perceber a elevação no número de mulheres em universidades e instituições de pesquisa. Contudo, verifica-se que essa participação vem sendo dicotomizada, uma vez que as mulheres tendem a se concentrar em determinadas áreas, tais como: Psicologia, Linguística, Nutrição, Serviço Social e Enfermagem (Felício, 2010).

O projeto busca abordar a importância de se trabalhar a representatividade de cientistas negras nas escolas, trazendo informações e conhecimento sobre essas importantes personalidades, visto que suas contribuições foram e ainda são importantíssimas para a sociedade como um todo. Contribuindo assim, para incentivar meninas em sua formação escolar e social.

Mesmo diante de todo histórico de luta das mulheres, pouco se fala da contribuição das mulheres cientistas para a área de Ciências da Natureza e Exatas nas escolas. Uma vez que a trajetória feminina na ciência foi desenvolvida em um ambiente estruturado em valores e padrões masculinos que ainda calam, dificultam e ocultam a participação dessas na ciência. Os preconceitos de gênero existentes na ciência são discursos (in)visíveis que inferiorizam a mulher em função do sexo, de modo naturalizado, resultando na falta de reconhecimento nas pesquisas, descobertas e contribuições acadêmicas (Silva; Ribeiro, 2014).

Nesse cenário, não é difícil imaginar que a representação da mulher negra nas ciências seja ainda menor. Por consequência dessa baixa representatividade, se torna rasa a abordagem das particularidades das mulheres negras na ciência. Como consequência, a sociedade conhece pouco ou nenhuma cientista negra, e, principalmente, não conhecem a história das mulheres na ciência (Araújo; Lisboa, 2020; Santos, 2016).

Recentemente, o Senado aprovou a lei que torna obrigatória a inclusão das contribuições femininas nos conteúdos curriculares do Ensino Fundamental e Médio. A proposta, cuja autora é a deputada federal Tabata Amaral, promove alterações na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9.394, de 1996). De acordo com o projeto, as abordagens a serem incluídas serão aspectos da história, da ciência, da arte e da cultura do Brasil e do mundo de forma a resgatar as contribuições, vivências e conquistas das mulheres em todas as áreas, além de promover a Semana de Valorização de Mulheres que Fizeram História (Agência Senado).

O trabalho trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa descritiva, e sendo de campo, onde foi feita divulgação científica, realizando coleta de dados com informações relativas e ações de divulgação para ser discutida a temática do saber na escola referente as contribuições das mulheres para as ciências. Primeiramente, foi aplicado um questionário online pelo Google Forms em todas as turmas de uma escola estadual de educação profissional localizada no município de Icó, no estado do Ceará, totalizando em 12 turmas.

O questionário era composto de perguntas sobre o que era ciência, ao estímulo do estudo de ciência, tanto no Ensino Fundamental, quanto no Ensino Médio. Além disso, se era retratado mulheres cientistas, se eles conheciam alguma cientista negra, e se a escola abordava questões de gênero-racial.

Após aplicação do questionário, foram feitas algumas ações para trabalhar a temática do projeto. Assim, proporcionou-se momentos tanto no contexto escolar interno da escola, como também externo. Com isso, foi definido temáticas para os discentes, assim como, para os docentes da área de Ciências da Natureza e Exatas.

Antes das temáticas serem trabalhadas, foram realizados momentos na rádio da escola, rádio cultura JWM, onde foram conduzidas entrevistas com mulheres, abrindo para as questões gênero-raciais que ocorrem em suas carreiras, sobretudo acadêmica. Foram momentos de divulgação do trabalho, e de grande relevância para a conscientização das questões de representatividade feminina na escola. Na mesma, foram divulgadas as ações do projeto que estavam sendo realizadas.

As temáticas trabalhadas foram:

- **Cinema - Estrelas Além do Tempo:** foi realizado com as turmas de 1º Anos. Esse filme vai trazer a história de Katherine Johnson, Mary Jackson e Dorothy Vaughn, mulheres e negras que trabalhavam na NASA, e que sofriam bastante preconceito gênero-racial;
- **Pesquisa - Mulheres cientistas e suas contribuições:** essa pesquisa foi realizada pelos estudantes de 1º Anos, como forma de descoberta, como também serviu para divulgação do projeto, pois os alunos espalharam pela escola cartazes com resumos dessas mulheres cientistas e seus trabalhos;
- **Apresentação de cientistas e quiz:** essa ação foi realizada nas turmas de 2º Anos e 3º Anos, sendo apresentadas todas as ações que estavam sendo desenvolvidas pelos estudantes na escola e algumas mulheres que foram importantes para a ciência. Após a apresentação, foi realizado um quiz sobre o conteúdo explicado;
- **Roda de conversa:** importância que a representatividade na escola de mulheres nas áreas de Ciências da Natureza e Exatas favorece para incentivar outras meninas. Como público, tinham algumas alunas dos segundos anos. Foram convidadas para nortear a roda de conversa, alunas dos terceiros anos que pretendiam seguir nas áreas afins. Para abrir o momento, teve a participação online da professora Doutora em Física Maria Derlândia, da Universidade Regional do Cariri, contando sobre a sua trajetória acadêmica e as dificuldades sofridas por ser uma mulher negra na área;
- **Formação:** Professores da área de Ciências da Natureza e Matemática. Essa ação foi feita a partir da apresentação do projeto e a sensibilização dos professores sobre a importância da temática. Foi realizado uma dinâmica que tinha como objetivo formar os professores para que pudessem conhecer as mulheres cientistas que tanto contribuíram, para assim, trabalharem em suas ementas curriculares;
- **Ação externa:** Palestra para as meninas do 9º ano da escola municipal Castelo Branco, da cidade de Icó. Foi apresentado o projeto, as contribuições das mulheres para a ciência, e, posteriormente, abriu-se um debate sobre suas pretensões futuras no contexto acadêmico, discutindo sobre o lugar da mulher na sociedade.

Diante do cenário que se apresenta os dias atuais, no qual o preconceito e a falta de representatividade das mulheres, principalmente na ciência, é uma pauta necessária de ser trabalhada, foi visto a necessidade de conhecer o quanto os alunos sabiam acerca dessa temática, sendo feitos questionários e a partir daí trabalhar a importância da conscientização relacionado a relevância da representatividade de mulheres cientistas nas escolas, através de apresentações e redes sociais.

As primeiras perguntas do questionário foram para saber sobre o ensino fundamental desses estudantes, primeiramente foi perguntado que tipo de escola eles tinham frequentado no Ensino Fundamental, de todos os alunos que responderam, cerca de 22,5% vieram de escola particular, e 77,5% dos estudantes vieram de escola pública, o outro questionamento foi referente a se tiveram estímulo ao estudo da ciência no Ensino Fundamental, cerca de 57,5% responderam que sim e 42,5% que não.

O próximo questionamento era subjetivo, sobre o que é ciência para os alunos, em que a maioria respondeu no sentido de que ciência era o estudo de tudo que se existe, do universo, dos seres vivos, da vida, com pesquisas e experimentos, também disseram que é inovação, observação, o impacto e a pesquisa, sendo uma forma de adquirir conhecimento. Depois foi questionado se a sua escola atual de Ensino Médio o aproximava da ciência, 97,5% dos estudantes disseram que sim, mesmo que pouco, e 2,5% disseram que não. Foi perguntado, também, como é estimulado essa aproximação da ciência, a maioria respondeu que é por meio de aulas teóricas, práticas, do uso do laboratório, com projetos, filmes, atividades, dentre outras formas. É mostrado, aqui, a importância do estímulo de se fazer ciência, começando na sala de aula e indo além, por exemplo, indo para a comunidade em que vivem, buscando solução para os problemas que relatam.

Ao serem questionados, de forma subjetiva, se para eles, qual era o perfil de cientista conhecido, a maioria respondeu que eram pessoas curiosas e dedicadas, mas que eram homens, brancos, e muito raramente mulheres, sendo aqui observado uma certa hegemonia de homens nas características dos cientistas já conhecidos.

Foi perguntado se eles conheciam alguma mulher cientista negra antes das ações do projeto, 70% relatou que não conhecia nenhuma cientista negra, sendo que 30% relatou que conhecia alguma das cientistas negras, como por exemplo Alice Ball. Quando perguntado se antes já foi abordado alguma mulher negra cientista na escola, 62,5% responderam que não e 37,5% responderam que sim. Aqui é perceptível a importância da representatividade de mulheres cientistas negras, visto que alguns alunos possuem pouco conhecimento. Caso existisse um trabalho maior, apresentando as inúmeras mulheres cientistas nas escolas, as alunas em especial, teriam um modelo de inspiração e representatividade muito mais abrangente do que atualmente.

Observou-se uma falta de conhecimento dos alunos quanto à temática, e, a partir disso, utilizou-se das ações para mudar este cenário como filmes, dinâmicas, rodas de conversas, palestras, podcasts, trazendo alguns tópicos sobre as mulheres cientistas negras, baseado em um resgate histórico do seu passado, apagamento e importância na ciência, como: Alice Ball, Enedina Alves, Katherine Johnson, Sônia Guimaraes, Mae Jemison, e várias outras cientistas, trazendo as suas importantes contribuições para a sociedade.

Além das ações voltadas para os estudantes, teve-se a formação com os professores das áreas de Ciências da Natureza e Matemática, onde os alunos do projeto destacaram que a equidade de gênero inicia no ambiente escolar, onde a representatividade de mulheres cientistas que trouxeram inúmeras contribuições em cada área devem ser trabalhadas em suas propostas curriculares. Na mesma, os alunos apresentaram as cientistas, suas áreas de atuação e suas respectivas contribuições.

CONSIDERAÇÕES DA TEMÁTICA

Diante de tudo que foi visto, é perceptível que, os estudantes quando estimulados a participar tendem a se interessar mais pelos assuntos, por isso a importância do incentivo à ciência para com os alunos, principalmente quando temos uma sociedade que em sua estrutura, existe uma certa supremacia gênero-racial, em que por mais que mulheres negras tenham trabalhos relevantes, os homens brancos predominam, tanto nas ciências, como em suas premiações.

Pode-se fazer o trabalho de conscientização através de temáticas como o apagamento das mulheres na ciência ao longo do tempo, dando visibilidade as mulheres, e, além disso, é preciso abrir caminhos para que essas cientistas sejam explanadas nas matrizes curriculares, trazendo toda a abordagem histórica, cultural e social das lutas das mulheres no Brasil. É necessário que os professores tragam exemplos dessas cientistas inseridas em suas aulas, não se acomodando apenas nos cientistas homens que já são tão abordados nas escolas, mas trazendo nomes de mulheres importantes para a ciência, com o intuito de que essas mulheres, sejam exemplo e inspiração para tantas jovens e crianças que sonham em um dia seguir na área das ciências.

✦ **CONSIDERAÇÕES FINAIS** ✦

Este e-book teve como objetivo aprofundar a discussão sobre as barreiras ainda presentes no Ensino de Física, a inserção de Física Moderna e Contemporânea na Educação Básica e as novas metodologias para um ensino crítico e dialógico, com ênfase na necessidade de um olhar mais atento às especificidades que permeiam o cotidiano escolar, como questões críticas de gênero na ciência, muitas vezes negligenciadas nesse contexto. A partir dos resultados obtidos em nossa aplicação, buscamos evidenciar a importância da implementação de práticas pedagógicas inclusivas que valorizem a diversidade e o potencial de cada estudante.

Com a pesquisa, ficou evidente que o Ensino de Física ainda enfrenta desafios, especialmente no que diz respeito às metodologias e valorização dos contextos socioculturais dos estudantes, como as mulheres na área, que muitas vezes têm suas habilidades e talentos invisibilizados por estereótipos de gênero e expectativas sociais. A necessidade de formação continuada para professores e o desenvolvimento de estratégias pedagógicas que atendam às necessidades específicas desses(as) alunos e alunas também se mostraram cruciais.

Assim, este produto educacional (e-book) é voltado para professores do Ensino Médio e busca fornecer ferramentas e informações que auxiliem em suas aulas, promovendo uma educação mais crítica, transformadora e inclusiva. Acreditamos que, ao apresentar estratégias pedagógicas eficazes para o ensino da Radioatividade no Ensino Médio, os professores e estudantes, poderão desenvolver seus potenciais, melhorando o processo de ensino e aprendizagem.

Através deste trabalho procuramos contribuir para uma educação que promova o desenvolvimento integral de todos os alunos e alunas. É fundamental que, nós professores, possamos refletir sobre nossas práticas pedagógicas, posicionamentos e contribuições para tornar o Ensino de Física mais contextualizado, interessante e motivador.

Esperamos que através deste e-book possamos inspirar professores, a promover um ensino de qualidade para todos. Que a educação se torne cada vez mais inclusiva, e capaz de potencializar o desenvolvimento de cada indivíduo.

Sobre a autora



Keli Gomes Ferreira é professora temporária na rede estadual de ensino do município de Icó-CE e atua na educação há 5 anos. É graduada em Licenciatura em Física pelo IFCE - Campus Cedro, possui especialização em Ensino de Física e Ensino de Química. É aluna do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, pelo polo 31 da Universidade Regional do Cariri - URCA.

Sobre o autor

Claúdio Rejane da Silva Dantas é professor do Departamento de Física da Universidade Regional do Cariri - URCA e professor do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF/Polo31. É doutor em Ensino de Física pela UFRGS.



REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. L.; LISBOA, A. P. Empresas ainda desperdiçam talentos negros por causa do racismo. **Eu Estudante**, Brasília DF, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação - Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.

CARTAXO, S. M. C. **Gênero e ciência: um estudo sobre as mulheres na física**. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

CUNHA, A. da S. C. Motivando meninas para carreiras científicas: potencial de atividades no ensino de ciências. **Revista Contexto & Educação**, v. 35, n. 112, p. 280-299, 2016.

DELIZOIVOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M..M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 5. ed. São Paulo: Cortez, p. 288, 2002.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática docente**. São Paulo: Paz e Terra, p. 90, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17ª. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, v. 3, 1987.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n.2, p. 125-153. 2001.

HEERDT, B.; BATISTA, I. De L. Representações sociais de ciência e gênero no ensino de Ciências. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, PR, v. 12, n. 3, p. 95-1012, 2017.

LAVARDA, T. C. F. da S. e PEREIRA, P. B. **Mulheres na ciência; construção de sentidos sobre a igualdade de gênero no Ensino Médio**. In: XII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – XII ENPEC., Natal – RN, 2019.

ROSSINI, T. N.. A construção do feminino na literatura: representando a diferença. **Trem de Letras**, v. 3, n. 1, p. 97-111, 2016.

SANTOS, M. A. Contribuição do negro para a cultura brasileira. **Revista Temas em Educação e Saúde**, v.12, n. 2, p. 217-229, 2016.

SILVA, F. RIBEIRO, P.R.C. Trajetórias de mulheres na ciência: “ser cientista” e “ser mulher”. **Revista Ciência. Educ.**, 2014.

THOMÉ, A. R. de M.; MENDES, M. F. A. O filme "radioactive" e a história das mulheres na ciência: uma proposta de sequência didática. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 1-20, 2023.