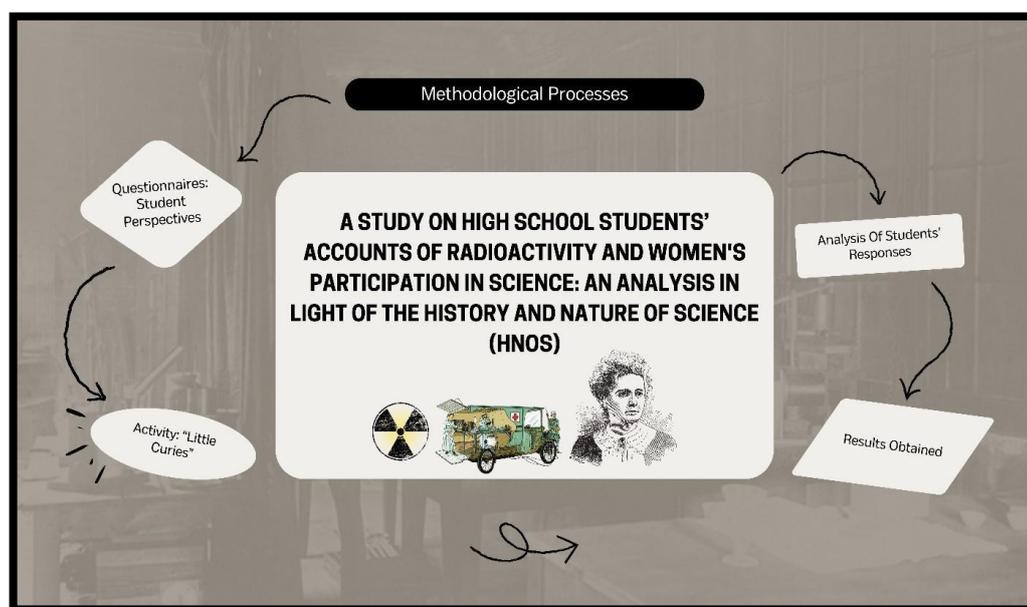


GRAPHICAL ABSTRACT



UMA INVESTIGAÇÃO DOS RELATOS DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE A RADIOATIVIDADE E A PARTICIPAÇÃO FEMININA NA CIÊNCIA: UMA ANÁLISE À LUZ DA HISTÓRIA E NATUREZA DAS CIÊNCIAS (HNC)

A STUDY ON HIGH SCHOOL STUDENTS' ACCOUNTS OF RADIOACTIVITY AND WOMEN'S PARTICIPATION IN SCIENCE: AN ANALYSIS IN LIGHT OF THE HISTORY AND NATURE OF SCIENCE (HNOS)

Ingryd Soares da Costa Pereira¹  e Laís Jubini Callegario² 

¹ Instituto Federal do Espírito Santo Campus Vila Velha, 29106-010 Vila Velha – ES, Brasil

² Instituto Federal do Espírito Santo Campus Piúma, 29285-000 Piúma – ES, Brasil

* Autora de correspondência: ingrydsoarescp@outlook.com

Artigo submetido em 25/10/2023, aceito em 11/02/2024 e publicado em 25/03/2024

ORCID – Ingryd Soares da Costa Pereira: <https://orcid.org/0000-0003-1057-5337>

ORCID – Laís Jubini Callegario: <https://orcid.org/0000-0003-0534-035>

Resumo: O artigo aborda a relevância do ensino da radioatividade e da História e Natureza das Ciências (HNC), assim como a participação feminina nas ciências, para estudantes do ensino médio. O estudo investigou os relatos de 43 alunos de uma escola pública do Espírito Santo. Para alcançar esse propósito, foram analisadas as respostas de um questionário e os relatos dos discentes durante a realização de uma atividade, a qual consistiu na leitura e discussão de um texto ilustrado sobre a história dos Pequenos Curies, aparelhos móveis de radiografia levados aos *fronts* de batalha durante a Primeira Guerra Mundial por Marie Curie e outras mulheres. Os resultados revelaram que os alunos estão interessados em aprender sobre a história da radioatividade e reconhecem sua importância. No entanto, constatou-se que a HNC não é amplamente incorporada no ensino desse tema. Os alunos demonstraram ser favoráveis a adquirir conhecimentos sobre a história e as contribuições das mulheres cientistas. A atividade proposta foi bem recebida por eles, porém perceberam que o número de mulheres cientistas ao longo da história não se equipara ao número de homens cientistas.

Palavras-chave: Radioatividade; História das Ciências; Mulheres nas Ciências; Investigação.

Abstract: The article explores the importance of teaching radioactivity and the History and Nature of Sciences (HNC), as well as the participation of women in science, for high school students. The study investigated the accounts of 43 students from a public school in Espírito Santo. To achieve this purpose, responses to a questionnaire and students' accounts during an activity were analyzed. The activity involved reading and discussing an illustrated text about the history of the Little Curies, mobile X-ray machines taken to the battlefronts during World War I by Marie Curie and other women. The results revealed that students are interested in learning about the history of radioactivity and recognize its importance. However, it was found that the HNC is not widely incorporated into teaching this topic. Students showed a willingness to acquire knowledge about the history and contributions of women scientists. The proposed activity was well received by them, but they noticed that the number of women scientists throughout history does not equal the number of male scientists.

Keywords: Radioactivity; History of Sciences; Women in Science; Investigation.

1 INTRODUÇÃO

O ensino da radioatividade é recomendado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para a disciplina de Química e Física, e as diretrizes curriculares estimulam o aprendizado desse conteúdo para os alunos compreenderem o que é radioatividade.

Dentre as habilidades a serem desenvolvidas pelos discentes, estão:

Aprender, avaliar o potencial e os riscos da radiação em equipamentos agrícolas de uso diário, saúde, meio ambiente, indústria, e geração de energia (Brasil, 2018, p.555).

Nesse contexto, é uma temática relevante para a formação científica dos estudantes, permitindo que eles explorem as aplicações, os riscos e os benefícios associados a esse conhecimento.

Esta pesquisa tem como relevância a importância do conhecimento da radioatividade, que possui várias aplicações como na produção de energia nuclear, na cura de doenças, na conservação de alimentos, e até mesmo em detectores de fumaças, que utilizam o radioisótopo Amerício-241 (Atkins; Jones; Laverman, 2018), sendo ela, portanto, um conhecimento de utilidade pública para uma melhor compreensão do mundo ao nosso redor.

Além disso, precisamos destacar a contribuição das mulheres nas ciências, desempenhando papéis essenciais na pesquisa e desenvolvimento de diversos campos científicos, incluindo a radioatividade. Apesar de terem enfrentado desafios históricos em sua participação acadêmica, a partir da metade do século XX, impulsionadas pela crescente demanda por recursos humanos na área científica e pelo movimento de igualdade de gênero, as mulheres obtiveram maior acesso à educação científica e a carreiras que anteriormente eram predominantemente ocupadas por homens (Leta, 2003).

Nesse contexto de avanço na participação feminina nas ciências, a História e Natureza das Ciências (HNC) é fundamental no ensino de química,

fornecendo uma compreensão mais ampla do trabalho científico como um todo. Cada vez mais estudos apontam que a inclusão de conhecimentos científicos na educação proporciona um diálogo entre diferentes saberes e pode auxiliar no desenvolvimento das habilidades essenciais para o cidadão do século XXI (Forato, Pietrocola e Martins, 2011).

A história das ciências oferece uma abordagem enriquecedora ao apresentar contextos sociais, culturais e históricos no qual os conhecimentos científicos foram adquiridos. Segundo as análises de Forato, Pietrocola e Martins (2011), é importante termos acesso ao conhecimento acerca dos elementos que caracterizam a ciência como uma atividade humana, sendo defendida a utilização da história da ciência como uma abordagem educacional apropriada para a exploração de determinados aspectos da natureza da ciência (NDC).

Nesse sentido, ao explorar os episódios históricos, os estudantes são incentivados a refletir sobre o processo de construção do conhecimento científico, suas restrições e influências. Ademais, essa abordagem permite que os discentes compreendam como o conhecimento científico é construído em colaboração, com debates, erros e descobertas que moldam o panorama científico atual.

É preciso destacar a necessidade de compreender de forma precisa o trabalho científico para uma abordagem mais adequada no processo educacional e evitar a disseminação de visões deformadas sobre a ciência, transmitidas em vários níveis da educação (Pérez et al., 2001).

Ainda, podemos evidenciar a importância de evitar a propagação de histórias falsas, que distorcem a realidade do trabalho científico, ou seja, pseudo-histórias que promovem a pseudociência, sendo um conhecimento ou prática que se apresenta como científica, mas que não segue os princípios fundamentais do método científico ou não possui bases empíricas sólidas.

Como exemplo de pseudo-histórias temos a maçã caindo na cabeça de Newton, que não existe nenhuma evidência concreta de que esse evento específico tenha acontecido, sendo uma história inofensiva, porém segundo Allchin (2004), algumas destas histórias podem ser enganosas como, por exemplo:

[...] Darwin não deduziu a seleção natural ao ver os tentilhões nas Ilhas Galápagos. A Igreja durante a época de Galileu apoiou a investigação astronômica e muitos desafiaram as afirmações de Galileu cientificamente. Quando Colombo partiu em sua viagem, as pessoas instruídas não acreditavam que o mundo fosse plano [...] (Allchin, 2004, p. 186).

A HNC emerge como uma ferramenta essencial no ensino, proporcionando uma compreensão mais abrangente do trabalho científico e suas nuances. Ao utilizar a HNC como uma estratégia educacional, os estudantes são incentivados a refletir sobre o processo de construção do conhecimento científico. No entanto, é fundamental enfatizar a importância de compreender de forma precisa o trabalho científico, evitando a disseminação de visões deformadas e pseudo-histórias que podem distorcer a realidade da ciência e destacando que a ciência é construída também por mulheres.

Para abordar a HNC no ensino da radioatividade, foi selecionada a história dos “Pequenos Curies”, que foram aparelhos de raios-x móveis, criados pela cientista Marie Skłodowska Curie, para o tratamento dos feridos durante a Primeira Guerra Mundial.

Marie Curie percebeu a necessidade de um equipamento móvel de raios-x durante suas visitas aos hospitais da Cruz Vermelha. Com a ajuda da organização feminista, *Union des Femmes de France* (União de Mulheres Francesas) ela conseguiu adquirir um pequeno carro, que equipou com um gerador de eletricidade para uso nos postos de emergência. Esse primeiro carro de radiologia, chamado *voiture radiologique* e posteriormente

conhecido como *Petite Curie*, foi um marco na região de Paris e prestou serviços essenciais aos soldados feridos durante a Primeira Guerra Mundial (Quinn, 1997).

Madame Curie, ainda criou uma escola para a formação de mulheres em técnicas em radiologia, chamadas *Manipulatrices*, Segundo Quinn (1997), essas mulheres eram enfermeiras do exército, da Cruz Vermelha e de outros hospitais, também empregadas domésticas, socialites e mulheres que possuíam outras formações. Porém, nenhuma possuía formação científica.

Este excerto da história ainda apresenta a participação da cientista Marthe Klein, como professora da escola de radiologia, a da própria filha de Curie, Irène Joliot-Curie, que era levada por sua mãe, ainda na adolescência, para o *front* de batalha e em um curto período, começou a trabalhar de forma independente, realizando radiografias em feridos e determinando com precisão o local onde o médico deveria fazer a incisão para remover estilhaços ou projéteis (Santos, 2018).

Ao abordar a trajetória de Marie Curie e sua equipe na utilização dos raios-x no atendimento dos soldados feridos, os alunos são incentivados a refletir sobre o processo de construção do conhecimento científico e a importância da inovação tecnológica. Além disso, a participação de outras mulheres, como Marthe Klein, Irène Joliot-Curie e as *Manipulatrices* evidencia o papel significativo das mulheres na ciência e inspira os estudantes a compreenderem a história da radioatividade e sua aplicação prática no contexto da saúde e da medicina.

Ao longo da história, o papel das mulheres no contexto acadêmico tem sido marcado por desafios e conquistas significativas. Esta pesquisa explora a participação de Marie Curie na Primeira Guerra Mundial, um momento crucial em que muitas mulheres rompeu as barreiras de lugares que eram considerados exclusivamente masculinos. O envolvimento de Marie Curie durante esse

período não apenas evidencia sua contribuição para a ciência e a medicina, mas também destaca a importância de reconhecer o papel das mulheres em períodos de transformação social e histórica.

A jornalista Susan Quinn, que escreveu a biografia de Marie Curie, destacou que a guerra abriu novas possibilidades para muitas mulheres. Com os homens no *front* de batalha, elas foram convocadas para substituí-los nas fábricas de munição, produzindo bombas e armas, e assumiram uma ampla gama de cargos para manter o país e a economia em movimento. As mulheres dirigiam bondes, carregavam carvão, tornavam-se garçonetes e marceneiras, além de assumirem o trabalho rural que antes era realizado pelos homens (Quinn, 1997).

No contexto das ciências, Arend e Silva (2020) observaram que a negligência histórica em relação às contribuições femininas em pesquisas são responsáveis pela baixa procura das mulheres por cursos nas áreas das Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática.

Para mudar essa visão, o trabalho dos professores em sala de aula é essencial. É fundamental que os educadores promovam uma abordagem inclusiva e equitativa, destacando o papel das mulheres cientistas ao longo da história e suas contribuições para o avanço do conhecimento científico.

Portanto, essa temática deve ser abordada tanto no ambiente escolar quanto na formação de professores, com o propósito de dismantlar concepções preconceituosas que ao longo da história definem os papéis sociais de homens e mulheres, promovendo, assim, maior igualdade social (Amaral E Rotta, 2022).

Este estudo iniciou-se em abril de 2022, mapeando pesquisas acadêmicas sobre o ensino da radioatividade nos últimos 6 anos. Foi realizada uma revisão da literatura em 7 periódicos especializados no ensino de ciências, sendo eles: Ciência e Educação (C&E), Revista Electrónica de

Enseñanza de las Ciencias (REEC), Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC), Investigações em Ensino de Ciências (IENCI), Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.), Química Nova (QN) e Química Nova na Escola (QNEsc). Esses periódicos foram selecionados considerando a relevância de cada um na área do ensino de ciências.

Para a pesquisa consultou-se a edição de cada ano, buscando em cada volume disponível nos anais das publicações pelos descritores “Radioatividade”, “Marie Curie”, “Raios-x” e “Educação/Ensino de Química” no título, nas palavras-chave e no resumo das publicações.

Ainda foi realizada uma busca por dissertações no “Portal de Periódicos da CAPES”, especificamente no programa CAFe, acessando o Catálogo de Teses & Dissertações - CAPES, usando o descritor “Radioatividade”. Foram encontradas 47 dissertações e 33 teses.

A pesquisa prosseguiu procurando os descritores “Radioatividade”, “Marie Curie”, “Raios-x” e “Educação/Ensino de Química” no título, nas palavras-chave e no resumo de cada dissertação ou tese. Após essa busca, foram encontradas 20 dissertações e 1 tese.

As buscas por referências continuaram em julho de 2023 utilizando os descritores “Mulheres” “Ciências” e “Ensino” no portal de periódicos CAPES, buscando publicações dos últimos 6 anos que contribuam para o entendimento do papel das mulheres no meio acadêmico e na sociedade.

Em todas as publicações analisadas, verificou-se a presença de estratégias e materiais diversificados para o ensino da radioatividade, e a importância de se trabalhar a equidade, e destacar as contribuições de mulheres nas ciências. No entanto, percebeu-se a escassez de trabalhos que utilizam a história e natureza das ciências (HNC) para o ensino da radioatividade.

2 PROCESSOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa tem uma abordagem descritiva e exploratória, baseada em levantamento bibliográfico e análise da prática, conforme a definição de Gil sobre pesquisas exploratórias (Gil, 2017). Além disso, é um estudo qualitativo, pois envolve a interação entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito (Kauark; Manhães; Medeiros, 2010).

Para analisar os dados coletados, empregou-se a técnica de análise de conteúdo, que envolve a criação de categorias para identificar os significados presentes em um texto, de acordo com a abordagem de Bardin (Bardin, 2011).

O processo envolveu a leitura exhaustiva de cada resposta para identificar unidades de significado, que foram agrupadas em categorias temáticas. As categorias foram estabelecidas com base em padrões recorrentes nos discursos dos participantes, destacando tanto aspectos positivos quanto negativos associados à radioatividade e as mulheres nas ciências. A organização das respostas em tabelas e gráficos permitiu visualizar a distribuição das opiniões em categorias específicas, proporcionando uma síntese clara das diferentes perspectivas apresentadas pelos educandos. Essa abordagem sistemática proporcionou uma compreensão mais profunda da diversidade de pontos de vista sobre os temas abordados, na amostra analisada.

O objetivo deste estudo é investigar as percepções dos estudantes do ensino médio em relação ao uso da História e Natureza das Ciências (HNC) no ensino da radioatividade e compreender sua visão sobre a participação das mulheres nas ciências. Além disso, apresentamos uma atividade para o ensino da radioatividade, incorporando a HNC, com o propósito de promover uma maior valorização da participação das mulheres no contexto científico.

Para avaliar as concepções prévias dos alunos do ensino médio em relação ao ensino da radioatividade utilizando a HNC, e participação das mulheres nas ciências, foi selecionada uma amostra de 43 alunos da 1ª série do ensino médio integrado de uma escola pública do município de Vitória, Espírito Santo.

Esses estudantes são alunos do turno matutino e estão matriculados no ensino médio integrado aos cursos técnicos de Sistemas de Energias Renováveis (SER) e Segurança do Trabalho (ST).

É importante ressaltar que a pesquisa conta com a devida aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) e do Secretário de Estado da Educação do Espírito Santo, bem como do Diretor da escola selecionada.

Além disso, a coleta de dados está de acordo com a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), assim como a coleta de dados em relação ao gênero dos estudantes, que deve ser realizada de forma explícita e com o consentimento do titular, devendo ser resguardada a sua privacidade e não sendo permitida a divulgação dessas informações sem o seu consentimento expresso (Brasil, 2018).

Por isso, a participação na pesquisa foi voluntária e foi solicitado aos alunos e seus responsáveis o consentimento por meio do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Esta pesquisa é uma parte da dissertação de mestrado que apresenta uma proposta para o ensino da radioatividade, a alunos do ensino médio, com o uso da HNC.

Para este artigo foi realizado um trabalho com esses estudantes, dividido em 2 partes. A 1ª parte foi a aplicação de um formulário contendo 6 perguntas relacionadas aos objetivos desta pesquisa, e na 2ª parte, foi aplicada uma atividade que explora um episódio da HNC relacionado à participação de Marie Curie e outras mulheres durante a Primeira Guerra Mundial.

Nesse momento, os discentes foram divididos em grupos de 4 ou 5 componentes e receberam um texto ilustrado com linguagem simples para a leitura da história intitulada “Os Pequenos Curies”.

O texto apresenta a história dos carros de raios-x móveis criados por Marie, denominados *Petite Curie* (Pequeno Curie) (Quinn, 1997).

Após a leitura do texto, os alunos foram convidados a participar de uma discussão sobre a história mencionada e selecionar três pontos de destaque dessa história, que eles registraram em um documento compartilhado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

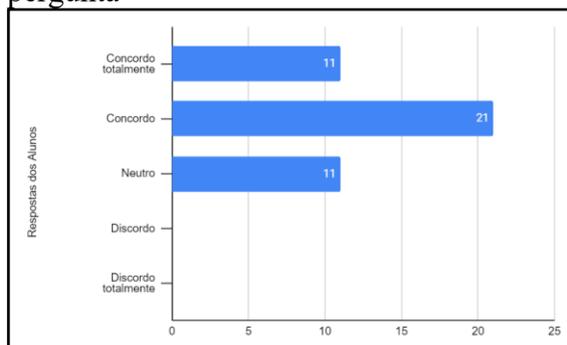
Para verificar as concepções prévias dos estudantes foi aplicado um formulário contendo 6 perguntas relacionadas aos objetivos desta pesquisa.

Pergunta 1: Estudar a história da radioatividade desperta meu interesse nesse conteúdo, tornando-o mais envolvente e motivador.

- A. Concordo totalmente.
- B. Concordo.
- C. Neutro.
- D. Discordo.
- E. Discordo totalmente.

A maioria dos estudantes respondeu “Concordo Totalmente” (11) ou “Concordo” (21) que estudar a história da radioatividade desperta seu interesse no conteúdo, conforme apresentado no gráfico 1, tornando-o mais envolvente e motivador.

Gráfico 1: Respostas dos alunos a primeira pergunta



Fonte: Autoria própria, 2023.

Uma pequena parcela dos alunos respondeu como “Neutro” (11), demonstrando não ter uma opinião formada sobre o assunto.

Não houveram respostas de discordância (Discordo ou Discordo totalmente) em nenhum dos cursos, indicando que a grande maioria dos alunos tem uma visão positiva em relação ao interesse despertado pelo estudo da história da radioatividade.

Para Martins (2006), a história das ciências não substitui o ensino tradicional de ciências, mas pode complementá-lo de várias maneiras, permitindo compreender as interações entre ciência, tecnologia e sociedade e que a ciência está integrada ao desenvolvimento histórico, cultura e social, influenciando e sendo influenciada por diversos aspectos da vida humana.

Levando isso em consideração, juntamente com as respostas dos estudantes, podemos perceber que a integração da HNC com o conteúdo de ciências possui potencial para o processo de ensino-aprendizagem.

Pergunta 2: Você já teve aulas de ciências em que uma história foi contada para ensinar algum conteúdo? (As aulas de ciências podem ser de química, física, biologia ou as ciências que você estudou do ensino fundamental)

- A. Sim.
- B. Não.

Dos alunos participantes, 12 responderam "Sim" à pergunta, enquanto a maioria dos discentes (31) respondeu "Não" quando questionados se já haviam tido aulas de ciências nas quais uma história foi contada para ensinar algum conteúdo. Esse resultado indica que a história das ciências não tem sido apresentada a eles durante as aulas.

A ausência da integração da HNC nas aulas de ciências representa uma lacuna significativa, pois “o estudo detalhado de alguns episódios da história da ciência é insubstituível [...] (Martins. 2006, p. 4), por contribuir na formação de uma visão adequada sobre a essência das ciências, suas

restrições e suas conexões com outras áreas do conhecimento.

Pergunta 3: Quais histórias você já ouviu em aulas de ciências?

Após analisar as respostas dos discentes a essa pergunta, pode-se verificar a existência de alguns padrões:

1. Foram mencionadas em ambas as turmas histórias relacionadas a acidentes radiológicos (como Chernobyl e Césio-137).
2. Alguns alunos mencionaram a história da descoberta dos raios-x e modelos atômicos, mostrando que esses recursos específicos também foram experimentados em algumas aulas de ciências.
3. Os temas "átomos" e "genética" foram mencionados por alguns alunos de ambos os cursos.
4. Uma parcela considerável de alunos não se lembram ou disseram não ter ouvido histórias em suas aulas de ciências (18 respostas).

A maioria dos eventos mencionados pelos estudantes está diretamente ligada aos tópicos mais comuns nos livros didáticos, como o "átomo" e a "genética", ou são amplamente divulgados pela mídia, como no caso do "Césio-137". Esses resultados evidenciam que apesar do interesse desses estudantes, a incorporação da HNC não tem sido efetivamente utilizada como recurso pedagógico interdisciplinar nas aulas de ciências desses alunos.

Portanto, é fundamental que os docentes considerem a utilização da HNC ao desenvolver estratégias de ensino. Esses resultados evidenciam a necessidade de uma abordagem interdisciplinar e a importância de uma visão moderna ao integrar conteúdos científicos e históricos no ensino de ciências, como defendido por Forato, Pietrocola e Martins (2011). Isso permitirá que os estudantes compreendam a ciência como um empreendimento humano, contextualizando os conhecimentos científicos em sua construção sócio-histórica.

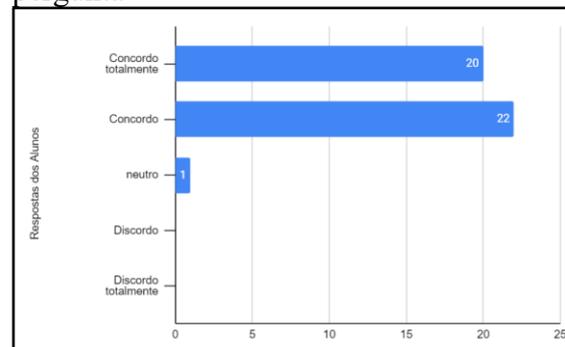
Pergunta 4: Considero importante aprender sobre a história e as contribuições das mulheres nas ciências.

- A. Concordo totalmente.
- B. Concordo.
- C. Neutro.
- D. Discordo.
- E. Discordo totalmente.

Verificando as respostas dos discentes no gráfico 2, podemos perceber que a maioria "Concorda Totalmente" (20) ou "Concorda" (22) ser importante aprender sobre a história e as contribuições das mulheres nas ciências. Apenas um aluno foi "Neutro" em relação ao questionamento.

A proporção significativa de respostas favoráveis sugere que os alunos reconhecem o valor de aprender sobre a participação das mulheres no contexto histórico e atual das ciências.

Gráfico 2: Respostas dos alunos a quarta pergunta



Fonte: Autoria própria, 2023.

É importante que essa história seja mais explorada e divulgada para inspirar e incentivar as mulheres na área de ciências, além de contribuir para uma maior diversidade e inclusão no meio científico (Prado e Rodrigues, 2019).

Além disso, os resultados da 4ª pergunta indicam a potencialidade da abordagem de questões de gênero em sala de aula, e a apresentação da história das mulheres nas ciências como forma de inspiração.

Pergunta 5: O número de mulheres cientistas ao longo da história se equipara (é igual) ao número de homens cientistas.

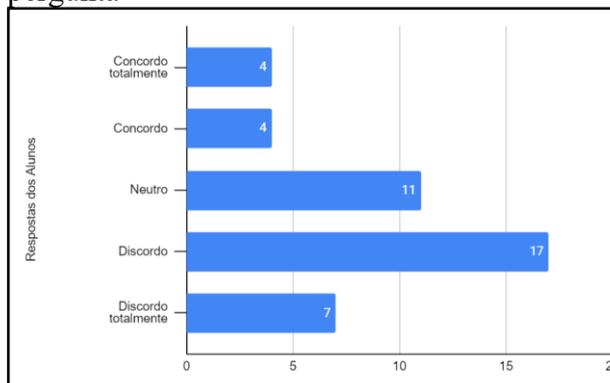
- A. Concordo totalmente.

- B. Concordo.
- C. Neutro.
- D. Discordo.
- E. Discordo totalmente.

Os resultados indicam, conforme apresentado no gráfico 3, que a maioria dos alunos não acreditam que o número de mulheres cientistas ao longo da história se equipara ao número de homens cientistas.

O número de alunos que disseram “Concordo Totalmente” (4) e “Concordo” (4) é inferior ao quantitativo de estudantes que discordam que o número de mulheres cientistas é igual ao número de homens cientistas.

Gráfico 3: Respostas dos alunos a quinta pergunta



Fonte: Autoria própria, 2023.

As respostas de discordância (parcial e total) podem refletir uma percepção mais realista sobre a desigualdade de gênero que tem historicamente sido uma característica do mundo científico. A falta de representatividade e o viés de gênero têm sido obstáculos para as mulheres no campo científico ao longo dos tempos.

Conforme o estudo de Prado e Rodrigues (2019), nas primeiras décadas do século XX, a ciência era culturalmente considerada uma carreira inadequada para as mulheres. Algumas delas, durante o século XIX, chegaram a publicar trabalhos matemáticos utilizando pseudônimos masculinos, não apenas para receber crédito acadêmico, mas também para obter reconhecimento e visibilidade entre seus colegas.

Marie Curie, que hoje é reconhecida como uma grande cientista e inspiração, passou por diversas dificuldades para levar os carros de raios-x (Pequenos Curies) para a linha de frente da guerra, devido à burocracia e ao fato de ser mulher (Quinn, 1997).

Essas evidências ressaltam a importância de abordar a história das mulheres na ciência em sala de aula, buscando inspirar e empoderar a próxima geração de cientistas, promovendo uma mudança positiva para um campo científico mais inclusivo e diversificado.

Pergunta 6: Cite os nomes das mulheres cientistas que você conhece.

Analisando as respostas dos discentes, percebemos que aproximadamente 66,7% não conheciam ou não lembraram o nome de uma, ou mais mulheres cientistas, indicando uma possível falta de conhecimento e conscientização sobre as contribuições das mulheres para a ciência.

No geral, podemos destacar alguns padrões das respostas dos estudantes:

1. A maioria dos alunos desconhece o nome de mulheres cientistas.
2. Marie Curie é uma das cientistas mais conhecidas, sendo mencionada em ambos os cursos por vários alunos.
3. Os nomes de Katie Bouman, Mae Jemison, Ada Lovelace, Caroline Herschel, Dorothy Vaughan também foram citados.

Essa limitação no conhecimento sobre mulheres cientistas pode ser uma oportunidade para enriquecer o conteúdo educacional, destacando mais histórias e conquistas das mulheres na ciência. Incluir exemplos de mulheres cientistas notáveis e suas realizações pode ajudar a inspirar os alunos, além de promover a igualdade de gênero e a diversidade no campo científico.

Em uma revisão da literatura, em publicações do ENEQ e ENPEC Amaral e Rotta (2022) observaram a importância de ações e atividades propostas em determinados trabalhos, eles podem

viabilizar uma educação científica que aborda, problematiza e reflete sobre a participação das mulheres no desenvolvimento da Ciência, o que contribuiu para a identificação, principalmente das alunas, com essas figuras femininas e, conseqüentemente, estimulando o interesse em práticas e estudos científicos.

Os resultados das 6 perguntas indicam a importância de incorporar abordagens que valorizem a história da ciência, incluam figuras femininas notáveis e promovam a conscientização sobre a equidade de gênero no ensino das ciências.

Essas ações podem contribuir para uma educação mais inclusiva e inspiradora, além de incentivarem mais estudantes a se interessarem e se envolverem com o conhecimento científico.

Para introduzir o tema da radioatividade, os discentes foram divididos em grupos de 4 ou 5 componentes para participarem de uma atividade. Essa atividade teve início com a seguinte questão: "A Radioatividade é um Conhecimento Bom ou Ruim Para a Humanidade?" A partir desse questionamento, promoveu-se um diálogo que permitiu que os alunos expressassem seus conhecimentos prévios sobre o assunto. A maioria dos estudantes considerou que esse conhecimento pode ser "Bom" ou tanto "Bom" quanto "Ruim".

Para uma compreensão mais aprofundada das concepções dos estudantes em relação a essa questão, a aula foi gravada e, no Quadro 1, apresentamos as respostas mais frequentes dos discentes.

Quadro 1: Respostas dos alunos a pergunta: A Radioatividade é um Conhecimento Bom ou Ruim Para a Humanidade?

Respostas mais frequentes	Número de respostas
Conhecimento Bom com Ênfase na Utilidade	14
Equilíbrio entre Benefícios e	9

Riscos	
Dependência da Utilização Humana	6
Outras Respostas	4

Fonte: Autoria própria, 2023

Conforme os dados apresentados no Quadro 1, a resposta mais frequente foi que o conhecimento sobre a radioatividade é considerado bom, com ênfase na sua utilidade. Outra resposta comum foi a percepção de um equilíbrio entre os benefícios e os riscos da radioatividade.

Alguns estudantes destacaram que a avaliação da radioatividade como boa ou ruim depende da forma como é utilizada pela humanidade. Por fim, alguns alunos forneceram respostas que não se encaixaram nas categorias principais, refletindo uma variedade de pontos de vistas sobre o tema.

Os dados indicam que os alunos têm uma compreensão geral do conhecimento sobre radioatividade, considerando-a algo potencialmente benéfico.

No entanto, eles também reconhecem a importância de considerar os riscos e a responsabilidade associados ao seu uso. Essa perspectiva equilibrada demonstra um pensamento crítico em relação ao assunto, o qual pode ser expresso através da aprendizagem mediada promovida durante a aula. De acordo com Vygotsky, a mediação refere-se ao processo em que um elemento intermediário intervém em uma relação, resultando na transformação da relação direta em uma relação mediada por esse elemento (Oliveira, 2011).

Nesse contexto, a aprendizagem mediada desempenha o papel de fornecer aos alunos as ferramentas e o suporte necessário para compreender não apenas os benefícios, mas também os riscos associados à radioatividade. Essa abordagem pedagógica ajuda a cultivar um entendimento mais profundo e reflexivo do tema.

Após a discussão sobre a questão de a radioatividade ser boa ou ruim para a humanidade, os discentes, ainda em grupos, foram convidados para a leitura de um texto ilustrado intitulado "Os Pequenos Curies", apresentado na Figura 1 a seguir:

Figura 1: Texto Os Pequenos Curies



Fonte: Autoria própria, (2023).

Após a leitura, cada grupo pode manifestar suas opiniões e considerações sobre a história apresentada e destacar os pontos que mais acharam interessantes.

As ideias mais recorrentes nas respostas dos estudantes de SER e ST foram:

1. Marie Curie é um exemplo de coragem e determinação.
2. Marie Curie contribuiu no avanço da ciência e da medicina.
3. Madame Curie é um exemplo de empoderamento feminino.
4. O conhecimento científico é relevante na história da humanidade.
5. A história dos “Pequenos Curies” é uma forma de educação e conscientização.

Em geral, as respostas dos alunos demonstram uma apreciação pelas contribuições de Marie Curie na ciência e na sociedade, particularmente no contexto de guerra, e enfatizam a relevância do seu exemplo como fonte de inspiração para mulheres e homens na área científica.

No entanto, uma revisão de 30 artigos que abordavam História da Química (HQ) e História da Ciência (HC) no período de 2007 a 2018, com foco na participação feminina, conduzida por Prado e Rodrigues, revelou que apenas 3 desses artigos tinham como tema principal uma mulher na

HC/HQ, sendo dois deles dedicados a Marie Curie e um a Jane Marcet (Prado E Rodrigues, 2018).

Esta escassez de publicações que destaca a presença das mulheres nas ciências contrasta com o cenário atual, onde o termo “empoderamento feminino” é amplamente divulgado pela mídia. Além disso, os resultados mencionados acima reforçam a importância de abordar questões de gênero e a participação das mulheres nas ciências em sala de aula.

Os resultados também indicam que os discentes não reconhecem a relevância do conhecimento científico em momentos históricos e a importância de abordagens educacionais que tornem a ciência mais acessível e interessante para todos.

5 CONCLUSÃO & PERSPECTIVAS

Este estudo investigou as percepções dos estudantes do ensino médio sobre o ensino da radioatividade, a utilização da História e Natureza das Ciências (HNC) nesse contexto e a participação das mulheres na ciência.

Através da aplicação de um formulário e de uma atividade envolvendo a leitura e discussão de um texto sobre os "Pequenos Curies", os resultados revelaram importantes visões sobre o tema.

Em relação ao ensino da radioatividade, os alunos demonstraram interesse em aprender sobre a história dessa área e reconheceram a importância desse conhecimento para a compreensão do mundo ao nosso redor. No entanto, também foi evidenciado que a HNC não tem sido amplamente utilizada como recurso pedagógico nas aulas de ciências desses alunos, representando uma oportunidade para enriquecer o conteúdo educacional e estimular o interesse dos estudantes.

Quanto à participação das mulheres na ciência, os alunos mostraram-se favoráveis a aprender sobre a história e as contribuições das mulheres cientistas. No entanto, houve uma percepção de que o número de mulheres cientistas ao longo da

história não se equipara ao número de homens cientistas, refletindo uma compreensão realista das desigualdades de gênero historicamente presente no campo científico.

A atividade proposta com o texto "Os Pequenos Curies" foi bem recebida pelos estudantes, que destacaram a importância do exemplo de Marie Curie como uma figura inspiradora de coragem e determinação. A história também permitiu que os estudantes refletissem sobre o papel das mulheres na ciência e sua relevância no avanço da ciência e da medicina.

Dessa forma, conclui-se que o ensino da radioatividade pode ser enriquecido ao incorporar a HNC como uma estratégia educacional, e que a inclusão de histórias de mulheres cientistas pode ser uma forma eficaz de promover a igualdade de gênero e despertar o interesse dos alunos pelo conteúdo da radioatividade.

Ainda, ressalta-se a importância contínua de abordar questões de gênero na ciência, visando a construção de um ambiente acadêmico mais igualitário e diversificado.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) Campus Vila Velha e Piúma, e aos professores e doutores dessa instituição.

REFERÊNCIAS

ALLCHIN, D. Pseudohistory and Pseudoscience. *Science & Education*, v.13, p. 179-195, abr. 2004.

AMARAL, Diana Stefanny Santos; ROTTA, Jeane Cristina Gomes. Mulheres Cientistas e o Ensino de Ciências Naturais: um panorama das publicações do ENEQ e ENPEC. *Revista Insignare Scientia*, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 167-182, mai. 2022. Disponível em:

<<https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/12996>>. Acesso em: 18 jul. 2023.

AREND, Karine; SILVA, Maria Luiza Machado. Mulheres Nas Ciências: Ações Educativas Para A Reflexão Do Papel Das Mulheres No Universo Das Ciências. *Diversidade e Educação*, [S.L.], v. 8, n. 2, p. 595-609, 15 jan. 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.14295/de.v8i2.11431>> Acesso em: 18 jul. 2023.

ATKINS, Peter; JONES, Loretta; LAVERMAN, Leroy. **Princípios de Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018. 1094 p.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Almedina, 2011. 280 p.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 ago. 2018. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/113709.htm> Acesso em: 15 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello; PIETROCOLA, Maurício; MARTINS, Roberto de Andrade. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 1, p. 27-59, 5 jul. 2011. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2011v28n1p27>>. Acesso em: 09 maio 2022.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017. 128 p.

KAUARK, Fabiana da Silva; MANHÃES, Fernanda Castro; MEDEIROS, Carlos Henrique. **Metodologia da Pesquisa: um guia prático**. Itabuna/Ba: Via Litterarum, 2010. 88 p.

LETA, J. As mulheres na ciência brasileira: crescimento, contrastes e um perfil de sucesso. **Estudos Avançados**, [S. l.], v. 17, n. 49, p. 271-284, 2003. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/9956>>. Acesso em: 24 set. 2023.

MARTINS, Roberto de Andrade. Introdução: A história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, p. XXI-XXXIV, 2006.

OLIVEIRA, Marta Kohl de. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico**. 5. ed. São Paulo: Editora Scipione, 2011. 112 p.

PÉREZ, Daniel Gil; MONTORO, Isabel Fernández; ALÍS, Jaime Carrascosa; CACHAPUZ, António; PRAIA, João. Para Uma Visão Não Deformada Do Trabalho Científico. **Ciência & Educação**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 127-153, 2001.

PRADO, Leticia do; RODRIGUES, Daniele Fernanda. Mulheres na História da Ciência: uma década de publicações nas revistas química nova e química nova na escola. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, [S.L.], v. 19, p. 54-70, 27 jul. 2019. Pontifical Catholic University of São Paulo (PUC-SP). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.23925/2178-2911.2019v19p54-70>> Acesso em: 18 jul. 2023.

QUINN, Susan. Marie Curie Uma Vida. São Paulo: Scipione Cultural, 1997. 526 p.

SANTOS, Paloma Nascimento dos. Marie

Curie e a Primeira Guerra Mundial. **História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces**, São Paulo, v. 18, n. 18, p. 47-59, 5 out. 2018. Pontifical Catholic University of São Paulo (PUC-SP). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.23925/2178-2911.2018v18i1p47-59>> Acesso em: 18 mai. 2022.