

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Faculdade de Educação – FaE**  
**Especialização em Educação em Ciências**

Daniela Aparecida Gandra

**A HISTÓRIA DE MARIE CURIE E A DESCOBERTA DA RADIOATIVIDADE: UMA  
PROPOSTA DE ENSINO PARA DISCUSSÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA**

Belo Horizonte

2025

Daniela Aparecida Gandra

**A HISTÓRIA DE MARIE CURIE E A DESCOBERTA DA RADIOATIVIDADE: UMA  
PROPOSTA DE ENSINO PARA DISCUSSÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA**

Monografia de especialização apresentada  
à Faculdade de Educação da Universidade  
Federal de Minas Gerais, como requisito à  
obtenção do título de Especialista em  
Educação em Ciências.

Orientador(a): Daniela Martins Buccini  
Pena

Belo Horizonte

2025

G196h  
2025 T

Gandra, Daniela Aparecida.

A história de Marie Curie e a descoberta da radioatividade [recurso eletrônico]: uma proposta de ensino para discussões sobre a natureza da Ciência / Daniela Aparecida Gandra. - Belo Horizonte, 2025.

26 p. : il.

Monografia -- (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

Orientadora: Daniela Martins Buccini Pena.

Bibliografia: p. 24-25. Apêndice: p.

25-26.

1. Curie, Marie, 1867--1934 -- Teses. 2. Radioatividade -- Teses. 3. Ciência -- Estudo e ensino -- Teses.

I. Título. II. Pena, Daniela Martins Buccini. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 507



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

**TÍTULO:** A HISTÓRIA DE MARIE CURIE E A DESCOBERTA DA RADIOATIVIDADE: UMA PROPOSTA DE ENSINO PARA DISCUSSÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA.

**Nome da Aluna:** Daniela Aparecida Gandra.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências - CECI, como requisito para obtenção do grau de Especialista em Educação em Ciências.

Aprovada em 27 de setembro de 2025, pela banca constituída pelo membros:

Prof<sup>ª</sup>. Daniela Martins Buccini Pena - Orientadora / UFMG

Prof<sup>ª</sup>. Maria Luiza Silva Tupy Botelho - Leitora Critica / UFMG

Belo Horizonte, 27 de setembro de 2025.

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Nilma Soares da Silva

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação CECI / FAE / UFMG,



Documento assinado eletronicamente por **Nilma Soares da Silva, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 19/11/2025, às 17:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **4752256** e o código CRC **86F3C380**.

*As minhas filhas Lílian e Melyne por serem direção e calma em minha vida. E ao meu marido e aos meus pais por serem meu porto seguro.*

## **AGRADECIMENTO E APOIO**

A todos do CECi, por me permitir evoluir enquanto professora e pessoa, em especial a Daniela Buccini por aceitar a minha proposta e fazer desta pesquisa possível, as minhas visões de ciências com certeza foram refinadas em nossas discussões. E ao tutor Ramon por me acompanhar nesta jornada.

## RESUMO

O presente trabalho apresenta a análise do uso de uma sequência didática elaborada para se discutir aspectos da natureza da ciência (NdC) com os alunos do Ensino Médio. Nesta sequência, a história da descoberta da radiatividade e de Marie Curie são os precursores de discussões sobre características da ciência, pois conhecer a NdC contribui na formação crítica dos alunos. Ela foi composta por questionário inicial, exibição do filme *Radioactive*, roda de conversa, atividade experimental e questionário final. Foi possível observar que os alunos apresentavam algumas concepções deformadas de ciências iguais às descritas na literatura e o surgimento de algumas características importantes do trabalho científico ao da pesquisa.

Palavras-chave: visões deformadas de ciência; natureza da ciência; Marie Curie; radioatividade

## ABSTRACT

His study presents an analysis of the implementation of a didactic sequence developed to address aspects of the Nature of Science (NoS) with high school students. Within this sequence, the history of the discovery of radioactivity and the trajectory of Marie Curie serve as catalysts for discussions concerning the characteristics of science, since understanding the NoS contributes to the critical development of students. The sequence was structured in the following stages: an initial questionnaire, the screening of the film *Radioactive*, a discussion session, an experimental activity, and a final questionnaire. The results revealed that students exhibited certain misconceptions about science, similar to those reported in the literature, as well as the emergence of important features of scientific practice throughout the research process.

Keywords: distorted views of Science; nature of science; Marie Curie; radioactivity

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2. REFERENCIAIS TEÓRICOS .....</b>	<b>10</b>
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>13</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>16</b>
4.1. Imagem Descontextualizada e Socialmente Neutra da Ciência .....	16
4.2 Cientistas .....	18
4.3 Visão Rígida de Ciência e existência de um único método .....	19
4.4 O conceito de Ciência: .....	20
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>22</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>23</b>
<b>7. APÊNDICES .....</b>	<b>24</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Ensinar Ciências no contexto atual exige que o professor não apenas transmita conceitos e fórmulas, mas ofereça ferramentas para que os estudantes compreendam e atuem de forma mais crítica em um mundo cada vez mais complexo e permeado por tecnologia (ALLCHIN, 2011, DRIVER *et al.*, 1999). Na sociedade atual, a informação circula rapidamente e é comum a presença constante de discursos contraditórios, principalmente em temas científicos, tornando-se urgente que as pessoas desenvolvam competências que ultrapassem o simples acúmulo de dados e informações e aprendam a pensar criticamente e a avaliar a credibilidade das fontes.

Um cidadão consciente seria capaz de conhecer o mundo e tomar decisões a partir de uma ótica científica (ALLCHIN, 2011; SASSERON, 2011). Nesse sentido, é importante que durante as aulas de Ciências da Natureza, os alunos compreendam os conceitos estudados e consigam aplicá-los fora da sala de aula. Para isso, torna-se necessário desenvolver uma compreensão mais ampla sobre o que é a Ciência e como ela é produzida (LEDERMAN, 2006; MATTHEWS, 2012; ALLCHIN, 2011).

Entender como o conhecimento científico é construído — considerando suas bases empíricas, seus métodos, suas limitações e os contextos sociais e culturais que o influenciam — permite aos estudantes adotar uma postura mais realista e questionadora diante da Ciência. Essa compreensão ajuda a evitar visões ingênuas, como a ideia de que a Ciência é neutra, infalível ou produtora de verdades absolutas (GIL PÉREZ, 2011).

Além disso, apresentar aos alunos a Natureza da Ciência (NdC) e as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) contribui para a formação de um cidadão crítico e capaz de entender o contexto em que vive. Falar de NdC significa não apenas tratar sobre Ciência, mas também das condições, valores e decisões envolvidas em sua produção (SASSERON, 2011).

Nas aulas de Ciências, trabalhar esses aspectos torna os alunos mais preparados para lidar com temas complexos e controversos. Eles passam a perceber que a Ciência não se desenvolve de forma isolada, mas está profundamente conectada às decisões políticas, aos valores sociais e às transformações culturais. No cenário atual, em que discussões sobre saúde, meio ambiente, tecnologia e sustentabilidade são constantes, é fundamental que os estudantes saibam avaliar argumentos, reconhecer interesses envolvidos, compreender os limites e as possibilidades das explicações científicas. Dessa forma, ensinar Ciências com atenção à sua natureza ajuda a formar indivíduos capazes de participar de forma mais ativa e informada na sociedade, entendendo o papel da Ciência em suas vidas e tomando decisões mais responsáveis e fundamentadas.

A partir do exposto, este trabalho tem como objetivo analisar as possíveis contribuições para o entendimento de Ciência por parte dos alunos, a partir de uma

sequência didática que aborda aspectos da Natureza da Ciência (NdC) por meio de um estudo de caso da descoberta da radioatividade e da história de Marie Curie.

## **2. REFERENCIAIS TEÓRICOS**

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), instituída em 2018 como diretriz para a Educação Básica no Brasil, tem como propósito principal garantir uma formação integral aos estudantes, desenvolvendo competências essenciais para o exercício de uma cidadania crítica e responsável (BRASIL, 2018). No que se refere especificamente ao ensino de Ciências da Natureza, a BNCC estabelece como objetivo central a construção de um pensamento científico, crítico e reflexivo. Para tanto, o documento destaca a importância de se compreender as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), promovendo a alfabetização científica. Essa abordagem visa possibilitar que os alunos não apenas entendam os processos de produção do conhecimento científico, mas também reconheçam seu caráter provisório, seus limites e sua intrínseca relação com contextos históricos, sociais e culturais (BRASIL, 2018).

Essa perspectiva da BNCC dialoga diretamente com as concepções de letramento científico defendidas por Santos e Mortimer (2000), que argumentam que a educação em Ciências deve preparar os alunos não apenas para compreender conceitos, mas também para aplicar esse conhecimento em situações reais, contribuindo ativamente para o desenvolvimento da sociedade. Essa visão dialoga com o trabalho de Sasseron (2011), para a autora a aprendizagem em Ciências vai além da assimilação de conteúdo conceitual, envolvendo também a formação de atitudes críticas e reflexivas. Que está alinhada com a formação que a BNCC busca promover ao enfatizar a relação CTS e o caráter social da ciência.

Nesse sentido, a implementação da BNCC no ensino de Ciências exige a construção de um currículo que efetivamente promova espaços de discussão e reflexão sobre as complexas interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Ao vivenciar essas discussões de forma alinhada aos princípios do letramento científico, os alunos passam a se perceber não apenas como receptores de conhecimento, mas como agentes capazes de participar ativamente das transformações sociais. Para que isso ocorra, é fundamental que o currículo escolar seja estruturado de modo a incorporar esses momentos de debate, garantindo assim que a educação científica cumpra o seu papel de formar indivíduos cientificamente alfabetizados e socialmente comprometidos.

De acordo com Santos e Mortimer (2000),

Os conteúdos dos currículos CTS apresentam uma abordagem de ciência em sua dimensão ampla, em que são discutidos muitos outros aspectos além da natureza da investigação científica e dos significados dos conceitos científicos. Tal abordagem de ciências contribui também para aqueles que pretendem ingressar na carreira científica, que vão se deparar com um novo

modo de produção que exige uma visão cada vez mais multidisciplinar e reflexiva das ciências (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 116-117)

Além das relações CTS é importante que os currículos de ciências contemplem as características inerentes ao processo de produção dos conhecimentos científicos, ou seja, sobre a natureza da ciência (NdC). Trabalhar as relações CTS e a NdC durante as aulas se ciência aproxima a prática científica dos alunos tornando-a mais compreensível, significativa e conectada ao seu cotidiano, além de favorecer o desenvolvimento de uma postura crítica, reflexiva e participativa diante dos desafios contemporâneos que envolvem Ciência e a Sociedade. Segundo Moura (2014), a Natureza da Ciência (NdC) pode ser compreendida como:

uma perspectiva bem ampla e geral (...) a natureza da Ciência envolve um arcabouço de saberes sobre as bases epistêmicas, filosóficas, históricas e culturais da Ciência. Compreender a natureza da Ciência, significa saber do que ela é feita, como elaborá-la, o que e por que ela influencia e é influenciada (MOURA, 2014,p.33)

Encontramos na literatura divergências quanto às formas de inserir a Natureza da Ciência (NdC) nas aulas de Ciências. Almeida (2015), ao realizar uma revisão da produção nacional e internacional sobre o tema, apresenta diferentes abordagens adotadas pelos pesquisadores da área. Um dos mais relevantes trabalhos é o de Lederman (1992), que propõe uma lista de aspectos considerados consensuais sobre a NdC e que, segundo ele, deveriam ser discutidos explicitamente em sala de aula. Entre esses aspectos estão: o caráter provisório do conhecimento científico; sua base empírica; a orientação por teorias; o papel da criatividade e da imaginação na produção científica; a influência de contextos sociais e culturais; a distinção entre observação e inferência; e a diferença entre leis e teorias científicas (LEDERMAN, 1992).

No entanto, essa proposta é alvo de críticas. Segundo Almeida (2015), Allchin (2011) se opõe à ideia de uma lista consensual por considerá-la limitada e insuficiente para abordar a complexidade da prática científica. Para ele, aspectos fundamentais como o papel do financiamento e os interesses institucionais envolvidos na produção científica acabam sendo negligenciados nesse tipo de abordagem. Allchin (2011) defende que o ensino da NdC deve ser funcional, e não apenas declarativo, ou seja, deve ser vivenciado pelos estudantes de forma contextualizada e significativa. Para isso, sugere o uso de estudos de caso históricos e contemporâneos como estratégia didática para explorar os múltiplos aspectos da Ciência em sala de aula, promovendo uma compreensão mais rica e crítica sobre como o conhecimento científico é construído e aplicado.

Gil-Pérez *et al.*, (2011) argumentam que reconhecer as visões deformadas do trabalho científico é fundamental para desenvolver uma concepção mais fiel e crítica da Ciência. Entre as principais distorções está a **visão empírico-indutivista e ateórica**, que reduz o conhecimento científico a observações neutras, ignorando o papel das teorias na orientação da investigação. Essa perspectiva simplista frequentemente se

associa à **visão rígida**, que defende a existência de um único "método científico" aplicável a todas as áreas, desconsiderando a diversidade de abordagens metodológicas que caracterizam a pesquisa.

Outra distorção recorrente é a **visão aproblemática e ahistórica**, que apresenta o conhecimento científico como algo pronto e acabado, sem mencionar os conflitos, reformulações e erros que marcam seu desenvolvimento. Essa ideia se aproxima da **visão acumulativa e linear**, que enxerga a ciência como um progresso contínuo e ininterrupto, sem reconhecer as rupturas e revoluções que remodelam o saber. Além disso, a **visão exclusivamente analítica** limita a ciência à sua dimensão técnica, negligenciando seus aspectos sociais e éticos.

Essa descontextualização se aprofunda na **visão individualista e elitista**, que retrata o cientista como uma figura isolada, geralmente masculina, trabalhando sozinho em seu laboratório, sem considerar a colaboração essencial entre pesquisadores e instituições. Por fim, a **imagem descontextualizada e socialmente neutra** ignora as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), bem como os debates éticos envolvidos na produção e aplicação do conhecimento.

A partir das distorções mais comuns, os autores propõem quais seriam características mais coerentes para entender NdC. Em primeiro lugar, rejeitam a **noção de um "Método Científico" único**, defendendo um pluralismo metodológico que respeite as diferentes práticas das ciências. Também questionam o empirismo ingênuo, destacando que o **conhecimento não surge apenas de dados brutos**, mas é construído a partir de teorias previamente aceitas pela comunidade científica, que orientam a formulação de hipóteses e a interpretação dos resultados.

Outro aspecto essencial é o papel do **pensamento divergente** na investigação, em que hipóteses inovadoras são testadas e validadas coletivamente. Além disso, a ciência busca uma **coerência global**, submetendo suas descobertas a avaliações tanto no campo específico quanto em diálogo com outros saberes. Por fim, os autores enfatizam o **caráter social da ciência**, reconhecendo que ela é influenciada pelo contexto histórico e, ao mesmo tempo, impacta a sociedade em múltiplas dimensões — políticas, econômicas e culturais.

Dessa forma, superar as visões deformadas exige não apenas apontar seus equívocos, mas também promover uma compreensão dinâmica, crítica e contextualizada da prática científica, capaz de revelar sua complexidade e seu papel na construção de um conhecimento socialmente relevante.

Com isso, surge uma dúvida: como ensinar Ciência de forma a superar as visões deformadas? Segundo Mendonça (2020) uma abordagem eficaz para trabalhar a Natureza da Ciência (NdC) em sala de aula é por meio de estudos de casos históricos ou contemporâneos. Essa estratégia permite que os aspectos da NdC sejam discutidos de forma contextualizada, aproximando os estudantes da realidade da

prática científica. A trajetória de Marie Curie (1867-1934) é um exemplo rico para essa finalidade, pois revela múltiplas dimensões do fazer científico.

Nascida na Polônia como *Marya Salomee Skłodowska*, Marie enfrentou barreiras de gênero para ingressar na ciência. Mesmo com o incentivo dos pais, sua formação inicial foi limitada pelas restrições impostas às mulheres em seu país. Ao mudar-se para a França em 1891, matriculou-se na Universidade de Sorbonne, onde era uma das poucas mulheres em meio a uma maioria esmagadora de homens. Seu trabalho em colaboração com o marido, Pierre Curie, foi fundamental para suas descobertas. Durante quatro anos de pesquisa exaustiva, o casal conseguiu isolar uma pequena quantidade de rádio puro e determinar seu peso atômico (DEROSSI, 2012). Suas contribuições foram tão significativas que ela se tornou a primeira pessoa a receber dois Prêmios Nobel: em 1903, pela descoberta da radioatividade (dividido com Henri Becquerel e Pierre Curie), e em 1911, pelo isolamento do rádio e do polônio.

A história de Marie Curie desmistifica várias visões simplistas da Ciência. Em primeiro lugar, seu percurso desafia a visão empírico-indutivista, que assume que o conhecimento científico surge apenas da observação neutra de dados. Na realidade, como aponta Martins (2004, p. 501), "a observação científica é guiada por ideias pré-existentes, e quão difícil é interpretar os fenômenos observados". Isso fica evidente na divergência entre as conclusões de Marie e as de Becquerel: enquanto ele interpretou as radiações a partir de teorias sobre fosforescência, ela desenvolveu uma explicação distinta, fundamentada em suas próprias hipóteses e experimentos.

Além disso, sua trajetória contraria a visão individualista e elitista da ciência (Gil-Pérez et al., 2011), que retrata os cientistas como homens isolados em laboratórios. Marie não apenas foi uma mulher pioneira, mas também trabalhou em equipe, primeiro com Pierre e depois com outros pesquisadores. Seu exemplo mostra que a Ciência é, em grande parte, um empreendimento colaborativo.

Outro aspecto relevante em sua história é o caráter provisório do conhecimento científico. A descoberta da radioatividade abalou a noção de estabilidade atômica vigente na época, levando a uma remodelação teórica. Esse processo ilustra como a Ciência avança por meio de revisões e busca de coerência global, em que novas evidências são testadas e validadas pela comunidade científica.

### **3. METODOLOGIA**

Para aplicação da sequência didática foram utilizadas 6 aulas de cinquenta minutos cada. Participaram da sequência uma turma do 2º ano do Ensino Médio do turno matutino de uma escola pública estadual no distrito urbano de São José dos Salgados, pertencente à cidade de Carmo do Cajuru no Centro Oeste de Minas Gerais. A turma era composta por 12 alunos, sendo 9 meninas e 3 meninos. A pesquisa foi desenvolvida no segundo semestre de 2024.

A sequência didática foi planejada e aplicada pela própria professora em sua turma, utilizando recursos como data show e celulares. Nesta sequência, foram empregados questionários, a exibição de um filme, uma atividade experimental e roda de conversa. A análise de dados foi obtida a partir das respostas aos questionários e das observações realizadas durante as aulas. A seguir, apresenta-se um resumo de cada aula, acompanhado de seus respectivos objetivos.

Quadro 1: Resumo das aulas da sequência didática

<b>Aula</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Resumo da Aula</b>
1	Sondar as ideias prévias dos alunos sobre a temática pesquisada	Apresentação de uma reportagem, link abaixo, sobre o acidente com césio-137 em Goiânia acontecido em 13 de setembro de 1987 e discussão em sala.  Em seguida, os alunos responderam um questionário inicial.  Link da reportagem: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=12x0zNkBwEc&amp;t=22s">https://www.youtube.com/watch?v=12x0zNkBwEc&amp;t=22s</a>
2 e 3	Exibição do filme "Radioactive"	Os alunos assistiram ao filme durante uma manhã. A única interrupção feita foi o intervalo.
4	Discutir características da ciência perceptíveis no filme	Neste momento, aconteceu uma roda de conversa. Primeiramente foi pedido que cada aluno explicitasse o que mais havia chamado a sua atenção no filme e, em seguida, a professora realizou algumas perguntas para gerar uma discussão sobre características da Ciência. Algumas destas perguntas foram baseadas nas questões do questionário inicial.
5	Atividade Experimental com roteiro previamente elaborado para exemplificar a importância do desenvolvimento científico para a sociedade	Nesta aula, os alunos realizaram a atividade experimental e responderam o roteiro livremente.
6	Sondar ideias subsequente dos alunos	Neste momento, foi aplicado o questionário final, também pelo google formulário, para sondar as possíveis ideias subsequentes dos alunos após a aplicação da sequência didática.

Fonte: autoria própria

O primeiro instrumento da sequência didática e nosso primeiro instrumento de coleta de dados foi o questionário inicial, construído no google formulário. Ele foi composto por 14 questões sendo 6 de caixa de seleção e 8 discursivas. Nas questões

discursivas os alunos deveriam justificar as seleções feitas. Em resumo, as 14 questões envolviam o acidente de césio-137, a radioatividade e percepções sobre a Ciência. As questões sobre **Ciência** envolviam desde o que ela é e se existem diferentes tipos ou maneiras de fazê-la, até as características dos cientistas. No apêndice deste artigo encontra-se o quadro 2 com o resumo das questões do questionário inicial.

O segundo instrumento da sequência didática foi a exibição do filme *Radioactive* (2019). Para enriquecer o ensino da NdC, filmes como *Radioactive* (2019) podem ser ferramentas valiosas, pois contextualizam o conhecimento científico dentro de seu momento histórico e social. A obra retrata não apenas as descobertas de Marie Curie, mas também as implicações éticas da radioatividade e a importância do trabalho colaborativo. No entanto, é essencial que o professor discuta com os alunos possíveis imprecisões históricas presentes no filme, evitando que concepções equivocadas sejam reforçadas (SANTOS; SILVA, 2021; THOMÉ; MENDES, 2023).

O terceiro instrumento da sequência didática foi a atividade experimental sobre o uso do protetor solar. Os alunos receberam o roteiro estruturado que continha as seguintes perguntas para sondar as ideias dos alunos: *você usa protetor solar diariamente? e como o protetor age na pele?* Ele continha, também, as instruções com o passo a passo do experimento e uma pergunta final indagando se realmente o protetor solar protege a pele. O experimento consiste em observar um papel colorido com tinta de marca texto fluorescente sobre a luz ultravioleta sem e com protetor solar. É possível observar que onde há protetor solar a radiação ultravioleta não atinge com a mesma intensidade a tinta fluorescente diminuindo, assim, o seu brilho. O objetivo era contextualizar a relação que existe entre Ciência, desenvolvimento tecnológico e os impactos para a sociedade. A seguir, é apresentado uma foto do experimento onde é possível observar a diferença entre a intensidade do brilho da tinta fluorescente com e sem protetor solar em presença da radiação ultravioleta.

Imagem 01: Experimento Protetor Solar e radiação ultravioleta



Fonte: autoria própria

Por último, foi aplicado novamente um questionário para entender as ideias dos alunos após a sequência didática. Este questionário possuía a mesma base do questionário

inicial. Ele foi composto por 16 questões, 7 questões de caixa de seleção e 9 discursivas onde os alunos deveriam justificar as seleções feitas. As adaptações feitas foram excluir as questões sobre o acidente com césio-137 e o acréscimo de algumas questões sobre a ciência. Além das perguntas feitas no questionário 1, foi perguntado aos alunos sobre a provisoriedade do conhecimento científico e sobre o seu processo de construção. Outra questão adicionada foi se existem relações CTS. No apêndice deste artigo encontra-se o quadro 3 com a síntese das questões do questionário final.

O trabalho aqui apresentado se configura como uma pesquisa qualitativa. A pesquisa qualitativa segundo Valle e Ferreira (2024, p.6) é caracterizada pela “possibilidade de explorar os sentidos e significados atribuídos pelos sujeitos em relação ao objeto de estudo”. Em nossa pesquisa, a partir da análise qualitativa dos dados procuramos compreender os aspectos da natureza da ciência descritos pelos alunos.

Em nossa análise de dados, utilizamos a Análise de Conteúdo (AC), conforme proposta por Bardin. De acordo com Valle e Ferreira (2024), esse método permite que os sentidos e significados atribuídos pelos sujeitos a determinadas situações sejam, por meio da inferência do pesquisador, codificados e organizados em categorias, possibilitando, posteriormente, um diálogo consistente com a literatura. A partir disso, passamos agora para a análise dos resultados.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Foi possível compreender as contribuições da sequência didática planejada para discutir aspectos da NdC, através do estudo de caso da descoberta da radioatividade e da história de Marie Curie, nas concepções de Ciências de alguns alunos do Ensino Médio. Para isso, as respostas dos questionários foram analisadas e organizadas em quatro categorias, sendo elas: Imagem descontextualizada e socialmente neutra da Ciência, Cientistas, Visão Rígida e o que é Ciência. Os resultados, acompanhados da respectiva discussão, são expostos a seguir.

##### **4.1. Imagem Descontextualizada e Socialmente Neutra da Ciência**

Nesta categoria, considerou-se a atribuição de valor ao conhecimento científico, sem necessariamente abordar a responsabilidade ética pelo seu uso, bem como a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Os dados foram obtidos a partir das opções selecionadas pelos alunos na caixa de seleção nas questões 6 e 1 dos questionários 1 e 2, respectivamente, e nas suas justificativas. A síntese das questões dos questionários encontra-se no apêndice deste trabalho. Os resultados estão apresentados no quadro 4 a seguir:

Quadro 4- Relação de resposta à pergunta: a Radioatividade é boa, ruim, ambas ou neutra?

Tipo de resposta	Questionário inicial	Questionário Final
Ruim	2 alunos	0 alunos
Neutra	1 aluno	11 alunos
Ambas	2 alunos	0 alunos
Boa	7 alunos	1 aluno

Fonte: autoria própria

Em ambos os questionários foi perguntado aos alunos se a radioatividade era boa, ruim, ambas ou neutra. No questionário 1, 7 alunos afirmaram que era boa, 2 alunos afirmaram que era ruim, 2 alunos afirmaram que era ambas e apenas 1 aluno afirmou que era neutro. No questionário 2, 11 alunos afirmaram que ela era neutra, ou seja, depende do uso, 1 aluno afirmou que ela é boa e nenhum aluno a classificou como ruim, embora o aluno que a classificou como boa expressou que o ser humano pode fazer um uso equivocado dela. O fato de mais alunos terem afirmaram a neutralidade da radioatividade no questionário final evidencia que mais alunos deixaram de atribuir o julgamento de valor ao conhecimento científico e reconheceram a importância da escolha humana sobre o uso dele. Como exposto por um dos alunos *“você que vai decidir como usa-la, vai depender da sua intenção”*. Reconhecer a responsabilidade ética humana sobre o uso e produção do conhecimento científico aproxima a Ciência dos alunos, eles passam a compreender ela como uma construção humana.

No questionário 2, foi perguntado se existe entre Ciência, Tecnologia e a Sociedade alguma relação, ou seja, se esses três se influenciam mutuamente. Onze alunos reconheceram essa relação. No entanto, apenas um aluno apresentou exemplos reais. Ele relacionou a descoberta do elemento químico rádio com o desenvolvimento da radioterapia e na produção de bombas atômicas. Dando a entender que ocorreu um entendimento mais amplo de que um produto científico pode originar diferentes tipos de repercussões sociais dependendo do uso que é feito dele, como no caso do uso dos conceitos da radioatividade.

Uma característica fundamental da Ciência é a sua não neutralidade, divergindo da visão descontextualizada e socialmente neutra (Gil-Pérez, 2001). A ciência é uma construção humana e sofre influências do contexto histórico e social, ou seja, o conhecimento científico é fruto das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, sendo o ser humano responsável eticamente por suas descobertas. Observou-se que, após a sequência didática, menos alunos atribuíram um julgamento ao conhecimento científico em si, focando mais na responsabilidade ética do uso pelos seres humanos.

## 4.2 Cientistas

Nesta categoria foram analisadas as principais características atribuídas aos cientistas. Os dados foram retirados das seleções feitas pelos alunos a caixa de seleção e por suas justificativas as questões 10 e 11 do questionário inicial e as questões 4 e 12 do questionário final. A síntese das questões dos questionários encontra-se no apêndice deste trabalho. Os resultados foram apresentados no Quadro 5.

Quadro 5: Enunciados para as características dos Cientistas nos questionários 1 e 2

Enunciado	Número de respostas	Número de respostas
	Questionário 1	Questionário 2
São eticamente responsáveis por suas descobertas	10 alunos	6 alunos
Tentam resolver um problema	5 alunos	0 alunos
Não são influenciados por conhecimentos já existentes	3 alunos	1 aluno
São gênios	2 alunos	0 alunos
Descobrem coisas	0 alunos	5 alunos

Fonte: autoria própria

No questionário 1, 10 alunos afirmaram que eles são eticamente responsáveis por suas descobertas, 5 alunos afirmaram que eles tentam resolver um problema, 3 alunos selecionaram a opção que afirmava que em suas pesquisas eles não são influenciados por conhecimento já existentes e 2 alunos selecionaram a opção que são gênios. No questionário 2, 6 alunos afirmaram que eles são eticamente responsáveis por suas descobertas, 5 afirmaram que eles descobrem coisas e apenas 1 afirmou que em suas pesquisas eles não são influenciados por conhecimento já existentes. Ressalta-se que no questionário 1, alguns alunos selecionaram mais de uma opção das características apresentadas para os cientistas, por isso, o somatório de alunos no questionário 1 ultrapassada o quantitativo de alunos pesquisados. Observamos que inicialmente os alunos pesquisados apresentavam algumas concepções coerentes dos cientistas, esse fato foi evidenciado pelas seleções das sentenças “São eticamente responsáveis pelas suas descobertas” e “Tentam resolver um problema”. Considerar a reponsabilidade ética pelo uso do conhecimento vai em oposição a visão da ciência descontextualizada e socialmente neutra descrita por Gil-

Pérez (2001), ou seja, os cientistas fazem parte da sociedade e são responsáveis sobre o que pode acontecer com a ela por uso das suas produções científicas. Quando os alunos selecionaram a opção “tentam resolver um problema”, identificamos uma oposição as visões deformadas: acumulativa e de crescimento linear e exclusivamente analítica de Gil-Pérez (2001), tentar resolver um problema nos evidencia a compreensão de uma ciência inacabada e em constante evolução.

Quando os alunos consideraram que os cientistas “não são influenciados por conhecimentos já existente” essa visão alinha-se à visão empírico-indutivista e ateórica de Gil-Pérez (2001), que reduz o conhecimento científico a observações neutras, ignorando o papel das teorias na orientação da investigação. No questionário 2 menos alunos selecionaram essa opção o que pode indicar uma diminuição nesta visão deformada de ciência e numa possível compreensão mais adequada.

De acordo com Gil-Pérez e colaboradores (2001) a visão individualista e elitista da ciência é a que mais se aproxima das concepções de senso comum e é uma das mais descritas na literatura, estando muito próxima no contexto escolar e na sociedade. Os cientistas são recorrentemente descritos como homens usando jalecos e fazendo experimentos. Esta visão estava presente nas concepções dos alunos, visto que no questionário 1 dois alunos selecionaram a opção de que os cientistas “são gênios” e ao descreverem os cientistas expressaram características incorretas, como as descritas a seguir: “um homem, no início da terceira idade, com jaleco, e cabelo branco, meio calvo” e “um homem magro, alto, que usa óculos de proteção. Ele está em um laboratório com jaleco(...)”. No questionário 2, nenhum aluno selecionou a opção “são gênios” e os descreveram como pessoas que estudam e fazem pesquisas.

No questionário 2 apareceu a seleção da descrição de que os cientistas “descobrem coisas”. Essa descrição não é coerente com o processo de produção do conhecimento científico, pois reflete uma visão simplista do trabalho científico desconsiderando todo o processo e as dificuldades encontradas. Gil Perez (2001), caracterizou essa visão como visão exclusivamente analítica. Porém, acreditamos que a história da Marie Curie pode ter influenciado nesta seleção por que ela “descobriu” a radioatividade e os elementos químicos Rádio e Polônio e este fato foi retratado no filme *Radioactive*. Acreditamos também que a diminuição nas seleções feitas as descrições “São eticamente responsáveis pelas suas descobertas” e “Tentam resolver um problema” possam ter sido influenciados pelas descobertas da Maire Curie, pois era o exemplo mais próximo e recente do trabalho científico que os alunos tiveram contato.

#### 4.3 Visão Rígida de Ciência e existência de um único método

Nesta categoria será avaliada a concepção de método científico. Os dados foram retirados das questões fechadas 12 e 6 dos questionários 1 e 2, respectivamente. A síntese das questões dos questionários encontra-se no apêndice deste trabalho. No questionário 1, nove alunos afirmaram que não existe um método científico e três alunos afirmaram que sim. E no questionário 2 novamente, nove alunos afirmaram

que não existe um método científico e três alunos afirmaram que sim. Na visão rígida proposta por Gil-Pérez (2001), o método científico é compreendido como um passo a passo que leva à produção do conhecimento científico. Essa visão não considera o pluralismo metodológico existente dentro de um mesmo campo de Ciências e nem com tipos distintos de Ciências. A recusa à existência de um único método científico é uma das características essenciais do trabalho científico de acordo com este mesmo autor. Embora a maioria dos alunos tenha afirmado que não existe um método científico, alguns ainda mantiveram a ideia de que há uma única forma específica de se fazer Ciência, possivelmente, porque já possuíam essa concepção, talvez influenciados pelo modo como o método científico é frequentemente descrito nos livros didáticos como a principal maneira de se praticar a Ciência.

Em oposição a visão rígida, autores como Lederman (1992) descrevem uma característica da Natureza da Ciência sendo o conhecimento científico produto da criatividade e imaginação humana, ou seja, ele não é fruto de um conjunto de regras fixas, mas sim de atividades diversas proveniente das interpretações humanas. E neste sentido, a história de Marie Curie nos contextualiza sobre a importância da imaginação nas descobertas científicas.

#### 4.4 O conceito de Ciência:

Nesta categoria, iremos descrever as concepções de Ciência dos alunos. Diferentemente das análises anteriores, partimos das respostas descritas pelos alunos em texto e não por caixa de seleção. As questões analisadas neste momento são as 8 e 9 do questionário 1 e as questões 3 e 4 do questionário 2. A síntese das questões dos questionários encontra-se no apêndice deste trabalho. As respostas foram agrupadas por semelhanças e estão descritas no quadro 6.

Quadro 6: Resposta à pergunta: O que é Ciência?

<b>Enunciado dos alunos</b>	<b>Respostas dos alunos No questionário 1</b>	<b>Respostas dos alunos No questionário 2</b>
Ciência é uma forma de estudo	9 alunos	2 alunos
Ciência é uma forma de descobrir coisas	3 alunos	0 alunos
Ciência é um jeito de descobrir fenômenos da natureza	0 alunos	3 alunos
Ciência é a resposta a uma pergunta	0 alunos	3 alunos

Fonte: autoria própria

No questionário 1, segundo 9 alunos a Ciência é uma forma de estudo e 3 alunos afirmaram que é uma forma de descobrir coisas. No questionário 2, 2 alunos afirmaram que a Ciência é uma forma de estudo e 3 alunos é uma forma de descobrir fenômenos da natureza, porém, surgiu neste questionário a descrição de Ciência como resposta a uma pergunta. Compreender a Ciência como uma forma de estudo dialoga com a percepção coerente de Ciência como forma de produção de conhecimento. Não existe produção de conhecimento sem pesquisas e investigações, ou seja, o estudar está diretamente ligada ao processo científico. Porém, essa afirmação pode ser interpretada sendo uma visão simplista da Ciência porque não se faz referência a aplicação deste estudo na sociedade ou mesmo em desenvolvimento tecnológico. Uma concepção que não apareceu no questionário inicial e que apareceu no questionário final é que a Ciência consiste na resposta a uma pergunta. Essa evolução é interessante pois exemplifica a importância das formulações de hipóteses durante o desenvolvimento científico e, também, da Ciência em construção.

Os alunos relacionaram a Ciência à ideia de "descobrir algo". Essa relação era esperada, visto que na categoria cientistas ela apareceu. Essa associação permite duas interpretações principais: Pode refletir uma compreensão da Ciência como um processo de produção de conhecimento, ou seja, uma visão dinâmica e construtiva se referindo o "descobrir algo" com o produto final do processo de investigação ou pode também indicar uma visão aproblemática e ahistórica da Ciência (Gil-Pérez, 2001) por considerar apenas o produto final acabado desconsiderando a influência do contexto social, político e cultural no desenvolvimento científico

A questão 13 do questionário inicial e as questões 9 e 10 do questionário final indagava aos alunos se existe apenas um tipo de Ciência. No questionário 1, 11 alunos afirmaram que não, enquanto no questionário 2, todos os 12 alunos concordaram que não existe apenas um tipo de ciência. Portanto, um aluno mudou de concepção. Dentre os 12 alunos, oito alunos citaram no questionário final campos científicos relacionado ao contexto escolar como, por exemplo, ciência sociais, exatas ou da natureza provavelmente pela proximidade. Embora a Ciência escolar venha de uma transposição didática da Ciência produzida ao longo dos anos pelos cientistas, seria interessante que os estudantes a reconheça além da escola como uma construção humana. Porém cinco alunos descreveram a Ciência fora do contexto escolar como exemplificado pela seguinte fala de um dos alunos "Não, existe diversos tipos de ciências como a estudada nas escolas e a ciência utilizada para fazer pesquisas". Essa visão é mais coerente pois reconhecem a pluralidade de ciências No entanto, apesar desse consenso, apenas um aluno descreveu que cada tipo de ciência possui o seu modo de se fazer pesquisa "A ciência é um campo vasto, possuindo vários campos e áreas de pesquisas, como também diversos métodos de pesquisa. A ciência estuda as línguas e idiomas, os astros presentes na galáxia, a vida animal e cada área demanda modos próprios para realização de pesquisas." Essa compreensão de recusa a um método científico único é uma característica importante de NdC (GIL-PÉREZ e.t.2001).

Em ambos os questionários, foi perguntado aos alunos o que diferencia a Ciência (exatas ou a natureza) de outras formas de investigação (como a religião e filosofia). No questionário 1, 6 alunos afirmaram que a Ciência pode ser testada e aprovada e 10 alunos, no questionário 2, inferiram que a Ciência pode ser comprovada. Embora a Ciência não busca comprovações e sim consensos, acredita-se que quando os alunos expressam o termo comprovação eles estão se referindo ao fato deste conhecimento já ter sido testado e aprovado pela comunidade científica, ou seja, a busca pela coerência global é essencial e confere credibilidade às afirmações científicas.

Esses achados sugerem que, embora os alunos percebam a Ciência como um campo diversificado e em constante evolução, ainda persistem concepções simplificadas sobre seu funcionamento, especialmente no que diz respeito à natureza do método científico e à relação entre Ciência e sociedade.

## 5. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi compreender as possíveis contribuições para o entendimento da Natureza da Ciência (NdC) a partir de uma sequência didática que abordou aspectos dessa temática por meio de um estudo de caso sobre a descoberta da radioatividade e a história de Marie Curie. Embora Gil-Pérez *et al.* (2001) tenham proposto, há mais de 20 anos, a existência de visões deformadas do trabalho científico, percebe-se que essas concepções ainda são expressadas por alguns alunos atualmente.

No entanto, após a aplicação da sequência didática, observou-se uma melhor compreensão de alguns aspectos coerentes com a NdC. Por exemplo, houve um aumento na atribuição de responsabilidade ética ao uso do conhecimento científico, em oposição à simples classificação desse conhecimento como “bom” ou “ruim”, uma mudança que contraria a visão descontextualizada e socialmente neutra da ciência. Também foi possível perceber uma diminuição da visão empírico-indutivista e ateórica da ciência, pois menos alunos indicaram, nos questionários, que os cientistas não são influenciados por conhecimentos prévios. Observamos, também, uma diminuição na visão individualista e elitista, os cientistas passaram a ser descritos como pessoas que fazem pesquisas e não por seres isolados e gênios.

Apesar desses avanços, uma concepção deformada da Ciência que persistiu foi a visão rígida do método científico. A mesma porcentagem de alunos, antes e depois da sequência didática, continuou afirmando que existe um único método para a produção científica. Apesar de percebermos evoluções, algumas visões distorcidas ainda permanecem. O que mostra que este tipo de trabalho não deve ser desenvolvido pontualmente, mas sim de forma constante e explícita (como defende Lederman, 1992).

Por outro lado, após a intervenção didática, algumas características mais sofisticadas da Ciência começaram a emergir entre os alunos, como a compreensão da ciência enquanto forma de produção de conhecimento e a busca pela coerência global.

Autores como Allchin (2011) e Mendonça (2020) apontam que o uso de estudo de casos é uma alternativa promissora para o ensino de NdC. Realmente, a história de vida e o trabalho de Marie Curie se mostraram um contexto enriquecedor para promover discussões significativas sobre a natureza ciência, incluídos as interferências histórias e sociais e as relações CTS. Incorporar a NdC nas aulas além de aproximar a Ciências dos alunos colabora na sua formação crítica. Reconhecer os processos pelo quais a Ciência é desenvolvida colabora no aumento de sua credibilidade e, conseqüentemente, em uma sociedade mais crítica e flexiva.

## 6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, B. C. A Natureza da Ciência sob holofotes: perspectivas, propostas e contribuições para o ensino de ciências. 06 de julho de 2015. 63 páginas. Trabalho de conclusão de curso. Departamento de Química. Universidade Federal de Ouro Preto-MG. Ouro Preto, 06 de julho de 2015.

Allchin, D. "Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science." *Science Education* 95 (2011): 518–543.

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

LEDERMAN, N. G. Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992

MARTINS, R. de A. Hipóteses e interpretação experimentalmente: a conjunta de Poincaré e a descoberta da hiperfosforescência por Becquerel e Thompson. **Ciência & Educação**, v. 10 n.3, p.501-516, 2004.

MENDONÇA, P.C.C. De que Conhecimento sobre Natureza da Ciência Estamos Falando? **Ciência & Educação**, v.26, e20003, 2020.

MORTIMER, E.F. Uma agenda para a pesquisa em educação em ciências. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, 2(1), 2011.

PÉREZ, G; MONTORO, I. F; ALÍS, J. C; CACHAPUZ, A; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.7, n. 2, p. 125-153, 2011.

SANTOS, A. dos; SILVA, L. L de; A história que o filme Radioactive não conta e a percepção de alunos de licenciatura em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0037>

SANTOS, W. L.P; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência- Tecnologia- Sociedade) no contexto da educação

brasileira. **Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.02, n.02, p. 110-132, jul-dez 2000.

SASSERON, L. H; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização Científica: Uma revisão bibliográfica. **Investigação em Ensino de Ciências**, v 16(1), pp. 59-77, 2011.

THOMÉ, A. R. 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, jan/abr. 2023.

VALLE, P. P D; FERREIRA, J, de, L. Análise de conteúdo na perspectiva de Bardin: contribuições e limitações para a pesquisa qualitativa em educação. In *SciELO Preprints*. <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.7697>.

## 7. APÊNDICES

Quadro 2: Síntese do questionário inicial

Questão	Objetivo	Resumo do Comando
1, 2	Sondar as ideias prévia sobre o acidente com Césio-137 em Goiânia	Você conhecia a história do acidente com Césio-137? Como?
3, 4, 5, 6 e 7	Sondar as ideias prévia dos alunos sobre a radioatividade	Já ouviu falar sobre a radioatividade? Onde? A radioatividade é boa ou ruim? Justifique.
8 e 9	Sondar as ideias prévia dos alunos sobre a Ciência	Como você explicaria o que é ciência? Quais são os objetivos, vantagens e desvantagens da Ciência?
10 e 11	Sondar as ideias dos alunos sobre os cientistas	Como você descreveria um cientista?
12, 13 e 14	Sondar as ideias prévias dos alunos sobre a Ciência	Existe um método científico? Existe apenas um tipo de Ciência? O que diferencia a ciência de outras formas de investigação (por exemplo religião e filosofia)?

Fonte: autoria própria

Quadro 3: Síntese do questionário final

Questão	Objetivo	Resumo do Comando
1 e 2	Sondar as ideias dos alunos sobre a radioatividade	A radioatividade é boa ou ruim? Justifique.
3, 4, 5 e 6	Sondar as ideias dos alunos sobre a ciência e cientistas	Como você explicaria o que é Ciência? Quais são os objetivos, vantagens e desvantagens da ciência? Como você descreveria um cientista?

		Existe um método científico?
7 e 8	Sondar as ideias dos alunos sobre a provisoriedade do conhecimento científico	Um conhecimento científico estará sempre correto? Justifique
9, 10, 11 e 12	Sondar as ideias dos alunos sobre a ciência e cientistas	Existe apenas um tipo de ciência? Justifique O que diferencia a ciência de outras formas de investigação (por exemplo religião e filosofia)? O que os cientistas fazem?
13 e 14	Sondar as ideias dos alunos sobre as relações CTS	Existe relação entre ciência, tecnologia e sociedade? Justifique
15	Sondar as ideias dos alunos sobre o conhecimento científico	Um conhecimento científico é produzido de forma linear ou produzido através de erros e remodelações?
16	Sondar as ideias dos alunos que mudaram com a intervenção	Descreva quais percepções sobre ciência/ cientistas mudaram com a intervenção

Fonte: autoria própria