



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

WIROLHAYNE CARLA DE FREITAS

ANÁLISE DE MATERIAL DIDÁTICO PARA ABORDAGEM DA NATUREZA DA
CIÊNCIA (NDC) NO ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DE
PROFESSORES DE QUÍMICA EM FORMAÇÃO INICIAL

Recife

2024

WIROLHAYNE CARLA DE FREITAS

**ANÁLISE DE MATERIAL DIDÁTICO PARA ABORDAGEM DA NATUREZA DA
CIÊNCIA (NDC) NO ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DE
PROFESSORES DE QUÍMICA EM FORMAÇÃO INICIAL**

Monografia apresentada a coordenação do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciado (a) em Química.

Orientador: Profa. Dra. Ruth do Nascimento Firme

Recife

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F866a Freitas, Wirolhayne Carla de Freitas
ANÁLISE DE MATERIAL DIDÁTICO PARA ABORDAGEM DA NATUREZA DA CIÊNCIA (NDC) NO
ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DE PROFESSORES DE QUÍMICA EM FORMAÇÃO INICIAL /
Wirolhayne Carla de Freitas Freitas. - 2024.
69 f. : il.

Orientadora: Ruth do Nascimento Firme.
Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, , Recife, 2024.

1. Natureza da Ciência. 2. Materiais didáticos. 3. História em Quadrinhos. 4. Formação inicial de professores de Química. I. Firme, Ruth do Nascimento, orient. II. Título

CDD

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

FOLHA DE APROVAÇÃO

WIROLHAYNE CARLA DE FREITAS

**ANÁLISE DE MATERIAL DIDÁTICO PARA ABORDAGEM DA NATUREZA DA
CIÊNCIA (NDC) NO ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DE
PROFESSORES DE QUÍMICA EM FORMAÇÃO INICIAL**

Aprovado em: __ de _____ de _____.

Banca Examinadora

Profª. Dra. Ruth do Nascimento Firme – Orientador (a)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª. Dra. Maria Ângela Vasconcelos de Almeida – 1º avaliador (a)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª. Ma. Jéssyca Brena Soares Rodrigues – 2º avaliador (a)
Secretaria de Educação da Paraíba

Dedico este trabalho aos meus pais e ao meu irmão, pelos momentos de apoio e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Certamente, estes parágrafos não conseguirão contemplar todas as pessoas que fizeram parte dessa fase tão importante da minha vida. Logo, peço desculpas antecipadamente àquelas que não foram mencionadas aqui, mas podem ter a certeza de que estão em meus pensamentos e na minha gratidão.

Agradeço a minha orientadora, Profa. Dra. Ruth Firme, por toda paciência e sabedoria que me guiaram nesta trajetória.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), que foi a fundação responsável para que minha pesquisa acontecesse.

Aos meus colegas de sala por todo apoio e acolhimento durante esses anos.

A minha mãe, Sueli Freitas, que sempre me colocou em suas orações e permaneceu ao meu lado perante todas as felicidades e dificuldades.

Ao meu pai, Edilson Freitas, que dedicou sua vida ao meu crescimento pessoal e sempre me aconselhou os melhores caminhos.

Ao meu irmão, Willam Freitas, por todo apoio e incentivo ao decorrer da minha graduação.

A Deus e a Nossa Senhora da Conceição, que me guiaram e me deram força e proteção em todos os momentos desta jornada.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

“Se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda” (Paulo Freire, 2000)

RESUMO

A Natureza da Ciência (NdC) é uma abordagem que pode ser articulada à perspectiva da Ciência Cidadã, ou seja, a uma visão de ciência para todos. Além disso, no âmbito educacional, considera-se que saber sobre a NdC é tão relevante quanto compreender os conteúdos científicos (Bejarano et al., 2019). Entretanto, professores e estudantes podem ter compreensões equivocadas sobre a NdC (McComas et al., 2002). Nesse sentido, o desenvolvimento da abordagem da NdC no contexto escolar pode melhorar as atitudes de professores e estudantes sobre a ciência. Adicionalmente, existe uma escassez de materiais didáticos relacionados a NdC (Massoni, 2010 apud Peduzzi; Raicik, 2020). Portanto, esta pesquisa tem como objetivo analisar o uso de materiais didáticos para a abordagem da Natureza da Ciência na perspectiva de professores de Química em formação inicial. Metodologicamente, contou-se com a participação três licenciandos de Química e foram seguidas cinco etapas: revisão da literatura (etapa 1); elaboração de materiais didáticos para a implementação da abordagem da Natureza da Ciência (NdC) no ensino de Química (etapa 2); elaboração de questionário para avaliação dos materiais didáticos pela plataforma *Google Forms* (etapa 3); avaliação dos materiais didáticos elaborados por professores de Química em formação inicial (etapa 4); organização, sistematização e análise dos dados (etapa 5). Para a revisão da literatura foram adotados pressupostos da Revisão Integrativa (Souza et al, 2010). Na análise da revisão da literatura, foram consideradas três categorias analíticas: objetivos apontados nas pesquisas sobre a NdC no ensino de ciências; tipos de pesquisas desenvolvidas nas pesquisas sobre a NdC no ensino de ciências; resultados apontados nas pesquisas sobre a NdC no ensino de ciências. Na análise da avaliação do material didático pelos licenciandos, as categorias de análise foram: contribuições do material didático para a abordagem da Natureza da Ciência; e limitações do material didático para a abordagem da Natureza da Ciência. Os resultados da revisão da literatura indicaram objetivos diversos com ênfase em discussões voltadas para as concepções de NdC, pesquisas do tipo teórica e documental, e como resultados, por exemplo, o fato dos documentos oficiais nacionais não se referem explicitamente à NdC. Adicionalmente, identificou-se que nenhum dos artigos envolveu o uso de materiais didáticos para a abordagem da NdC no ensino de ciências. Foi considerando esse aspecto que o material didático intitulado “Uma proposta para a abordagem da Natureza da Ciência (NdC) a partir do episódio histórico A vida e as descobertas científicas de Marie Curie utilizando História em Quadrinhos como estratégia didática” foi elaborado. Por fim, esse material didático foi avaliado por professores de Química em formação inicial e, a partir dessa avaliação, contribuições e limitações do respectivo material didático para a abordagem da NdC foram identificadas, como, por exemplo, sua contribuição para o entendimento de que o conhecimento científico tem caráter provisório e a limitação de ter usado apenas uma estratégia didática.

Palavra-chave: Natureza da Ciência; Materiais didáticos; História em Quadrinhos; Formação inicial de professores de Química.

ABSTRACT

The Nature of Science (NOS) is an approach that can be linked to the perspective of Citizen Science, i.e. a vision of science for all. Furthermore, in the educational sphere, it is considered that knowing about NC is as relevant as understanding scientific content (Bejarano et al., 2019). However, teachers and students may have equivocal understandings of NC (McComas et al., 2002). In this sense, developing an approach to NC in the school context could improve teachers' and students' attitudes towards science. In addition, there is a shortage of teaching materials related to NC (Massoni, 2010 apud Peduzzi; Raicik, 2020). In this sense, the development of the NC approach in the school context can improve the attitudes of teachers and students about science. In addition, there is a shortage of teaching materials related to NC (Massoni, 2010 apud Peduzzi; Raicik, 2020). Therefore, this research aims to analyze the use of teaching materials to address the Nature of Science from the perspective of chemistry teachers in initial training. Methodologically, three chemistry undergraduates took part and five stages were followed: literature review (stage 1); preparation of teaching materials to implement the Nature of Science (NOS) approach in chemistry teaching (stage 2); preparation of a questionnaire to evaluate the teaching materials using the Google Forms platform (stage 3); evaluation of the teaching materials prepared by chemistry teachers in initial training (stage 4); organization, systematization and analysis of the data (stage 5). For the literature review, the assumptions of the Integrative Review were adopted (Souza et al, 2010). In the analysis of the literature review, three analytical categories were considered: objectives pointed out in the research on NC in science teaching; types of research developed in the research on NC in science teaching; results pointed out in the research on NC in science teaching. In the analysis of the evaluation of the didactic material by the undergraduates, the categories of analysis were: contributions of the didactic material to the approach to the Nature of Science; and limitations of the didactic material to the approach to the Nature of Science. The results of the literature review indicated diverse objectives with an emphasis on discussions focused on conceptions of NdC, theoretical and documentary research, and as results, for example, the fact that official national documents do not explicitly refer to NdC. In addition, none of the articles involved the use of teaching materials to approach NC in science teaching. It was with this in mind that the teaching material entitled “A proposal for approaching the Nature of Science (NOS) based on the historical episode The life and scientific discoveries of Marie Curie using comic strips as a teaching strategy” was developed. Finally, this didactic material was evaluated by chemistry teachers in initial training and, based on this evaluation, contributions and limitations of the respective didactic material for approaching the NdC were identified, such as, for example, its contribution to the understanding that scientific knowledge has a provisional character and the limitation of having used only one didactic strategy.

Keywords: Nature of Science; Teaching materials; Comics; Initial training for chemistry teachers.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Apresentação do questionário de avaliação do material didático	28
Figura 2 – Sequência dos movimentos analíticos da pesquisa a partir da AHD	29
Figura 3 - Capa do material didático	38
Figura 4 – Segunda página da história em quadrinhos	40

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 - Artigos identificados para análise	32
Quadro 2 - Respostas dos PQFI ao segundo aspecto da questão 1	41
Quadro 3 - Respostas dos PQFI ao terceiro aspecto da questão 1	42
Quadro 4 - Respostas dos PQFI ao terceiro aspecto da questão 1	42
Quadro 5 - Respostas dos PQFI ao segundo aspecto da questão 1	43
Quadro 6 - Respostas dos PQFI ao terceiro aspecto da questão 1	43
Quadro 7 - Respostas dos PQFI ao terceiro aspecto da questão 1	44
Quadro 8 - Respostas dos PQFI ao terceiro aspecto da questão 1	45
Quadro 9 - Respostas dos PQFI para a questão 2	45
Quadro 10 - Respostas dos PQFI para a questão 3	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LQFI	Licenciando em Química em Formação Inicial
NdC	Natureza da Ciência
NOS	Nature of Science

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
3. METODOLOGIA.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1.1 Os objetivos das pesquisas sobre a NdC no ensino de ciências.....	32
4.1.2 Os tipos das pesquisas sobre a NdC no ensino de ciências	34
4.1.3 Principais resultados apresentados nas pesquisas sobre a NdC no ensino de ciências....	36
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS	48
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	53
APÊNDICE B – HISTÓRIAS EM QUADRINHOS INTITULADO “A NATUREZA DA CIÊNCIA NA VIDA E NAS DESCOBERTAS CIENTÍFICAS DE MARIE CURIE.....	54

1. INTRODUÇÃO

Um tema que tem sido muito discutido no ensino de Ciências é a Alfabetização Científica (AC) como um de seus objetivos. Parte-se do princípio de que é fundamental contribuir para Alfabetização Científica (AC) em todas as culturas e setores da sociedade, procurando melhorar a participação dos cidadãos na adoção de decisões relativas à aplicação de novos conhecimentos (DECLARAÇÃO DE BUDAPESTE, 1999, citado por Praia et. al., 2007).

Fensham (2002 citado por Praia et. al., 2007), por exemplo, defende que uma sociedade cientificamente alfabetizada está em melhores condições para atuar racionalmente frente aos problemas sociocientíficos.

Entende-se por Alfabetização Científica (AC) o conjunto de habilidades necessárias para o cidadão atuar em uma sociedade influenciada científica e tecnologicamente, que inclui não apenas a compreensão e conhecimento sobre a ciência, mas atitudes e valores diante do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade (Araújo et al., 2022).

Na perspectiva da AC, alguns autores consideram que a compreensão da Natureza da Ciência (NdC) é um de seus elementos constitutivos. Para Manassero-Mas et al (2021), por exemplo, a AC envolve a compreensão dos conceitos, princípios e processos da ciência (no âmbito cognitivo), bem como a compreensão da natureza da ciência (no âmbito epistêmico).

Nesta pesquisa, optou-se por dar ênfase ao âmbito epistêmico da AC, sentido a Natureza da Ciência é entendida como “um conjunto de metaconhecimento complexo, multifacetado, interdisciplinar, evolutivo e em constante mudança sobre as práticas científicas [...]” (Manassero-Mas et al. 2021, p. 3).

É necessário ressaltar e compreender que a Alfabetização Científica e a Natureza da Ciência são perspectivas não consensuais. Buscando a compreensão por definições, Laugksch cita um trabalho realizado por Miller três extensões para a AC: a compreensão de termos da ciência; o entendimento da natureza da ciência; e o conhecimento dos impactos da ciência e suas tecnologias (Sasseron et al., 2011). Em contra partida, Alters (1997) citado em Bagdonas (2012) analisou as concepções sobre conceitos da NdC de 176 membros da Physophy of Science Association, dos Estados Unidos, confirmando que existem no mínimo onze diferentes pontos de vista entre esses epistemólogos, concluindo que a Natureza da Ciência não possui uma definição exata e suficiente para que uma atividade seja considerada científica (Bagdonas, 2012).

Neste sentido, pode-se dizer que a inclusão de questões relacionadas à NdC em aulas de ciências, e em especial em Química, visa proporcionar aos estudantes uma compreensão acerca da construção do conhecimento científico.

Hodson (2009) colabora com essa discussão ao dizer que é preciso encaminhar os estudantes na compreensão das dimensões sociais, culturais, políticas e econômicas envolvidas no momento que se produz o conhecimento científico. Isso porque, há uma influência social que reflete na compreensão da ciência e que necessita ser discutida (Bejarano, 2019).

Entretanto, para que esses objetivos sejam atendidos, uma das condições é abordar a NdC na formação inicial de professores de ciências, em especial, no âmbito desta pesquisa, de professores de Química. McComas et al. (2002) dizem que os equívocos de professores e de estudantes acerca da NdC, por si só, representam uma justificativa para essa abordagem.

Nesse sentido, no âmbito da formação inicial de professores de ciências, a discussão sobre a NdC, entre outros aspectos, pode contribuir para que os professores sejam incentivados a superar a visão da ciência como um conjunto de verdades memorizadas, por exemplo.

Dentre os trabalhos da literatura sobre a NdC pode-se destacar o trabalho de Lederman e Lederman (2014). Segundo estes autores, a inclusão da NdC nos documentos oficiais não é o suficiente, pois é necessária sua abordagem explícita e de seus diversos fatores. Concordando com essa proposição, considerou-se nesta pesquisa uma abordagem explícita da NdC no ensino de Química.

A partir de uma revisão da literatura realizada neste trabalho monográfico foi observado que considerando os trabalhos mapeados e analisados, nenhum deles foi voltado para materiais didáticos e a NdC. Além disso, há um entendimento de que as discussões sobre a NdC em materiais didáticos não são eficientes, o que pode corroborar a escassez de materiais didáticos relacionados a NdC (Massoni, 2010 *apud* Peduzzi; Raicik, 2020).

Os materiais didáticos são compreendidos como aqueles que são manipulados e trabalhados para trazer facilidade aos alunos para obterem resultados finais referente às atividades produzidas em sala de aula (Chamorro, 2003 *apud* Botas; Moreira, 2013).

Nesse sentido, considera-se que a “escolha de recursos didáticos e de estratégias para mediação do ensino é tão importante quanto selecionar os conteúdos específicos das Ciências” (Coutinho et. al., 2019, p. 223).

Portanto, à luz das discussões tecidas até então, esta pesquisa foi voltada para materiais didáticos para a abordagem da NdC no ensino de Química no âmbito da formação inicial de professores de Química.

A presente pesquisa foi conduzida a partir da seguinte questão: quais são as contribuições e limitações apontadas por professores de Química em formação inicial, acerca dos materiais didáticos elaborados (HQ) para abordagem da Natureza da Ciência (NdC) no ensino de Química?

Em resposta a essa problemática, foi definido como objetivo geral: analisar contribuições e limitações acerca dos materiais didáticos (HQ) elaborados para abordagem da Natureza da Ciência (NdC) no ensino de Química na perspectiva de professores de química em formação inicial.

Foram desenvolvidos os seguintes objetivos específicos:

- Realizar revisão da literatura acerca da abordagem da Natureza da Ciência (NdC) no ensino de Química.
- Elaborar Histórias em Quadrinhos para a implementação da abordagem da Natureza da Ciência (NdC) no ensino de Química.
- Analisar a avaliação de professores de Química em formação inicial acerca dos materiais didáticos elaborados (HQ) para a abordagem da Natureza da Ciência (NdC) no ensino de Química.

Espera-se que os resultados obtidos nesta pesquisa contribuam para as discussões sobre a abordagem da NdC no âmbito da formação inicial de professores de Química e no âmbito dos materiais didáticos cuja a finalidade seja a de implementar a NdC em sala de aula.

Este trabalho monográfico foi organizado seguindo seis tópicos: introdução (tópico 1), fundamentação teórica (tópico 2), metodologia (tópico 3), resultados e discussão (tópico 4) e considerações finais (tópico 5).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico discutimos sobre o ensino de Ciências e sua relação com a ciência cidadã e a Natureza da Ciência; a Importância dos materiais didáticos na formação inicial dos professores e a Formação Inicial de Professores de Química.

2.1 Ensino de Ciências, Ciência Cidadã e a Natureza da Ciência

Mudanças no ensino de ciências são necessárias em diferentes perspectivas como, por exemplo, com vistas à superação de visões não adequadas acerca da ciência (Cachapuz *et al.*, 2005).

Visões não adequadas sobre a ciência, segundo Aikenhead (2005), podem contribuir para o desinteresse dos estudantes pelas aulas de ciências e a permanência de mitos sobre a ciência, refletindo em um dos fracassos do currículo tradicional de ciências.

É na perspectiva de contribuir para minimizar o desenvolvimento de visões não adequadas sobre a ciência no ensino de Ciências, que destacamos a Ciência Cidadã. O termo Ciência Cidadã é geralmente atribuído a Alan Irwinem 1995 e Richard Bonney e colaboradores em 1996 (Strasser *et al.*, 2019).

Para Irwin (1995), o termo ciência cidadã é discutido no sentido da relação entre a ciência e os cidadãos. Segundo Strasser *et al.* (2019, p.53-54):

Por um lado, ciência cidadã é a ciência que serve aos interesses dos cidadãos [...], e por outro, é a ciência produzida pelos cidadãos. Em síntese, ambos sentidos se referem a ciência para as pessoas e pelas pessoas (Strasser *et al.*, 2019, p.53-54).

Para López-Iñesta *et al.* (2022), a implementação de práticas de sala de aula na perspectiva da Ciência Cidadã pode melhorar as atitudes de professores e estudantes sobre a ciência, superar estereótipos sobre cientistas, aumentar o interesse pela ciência e compreender valores intrínsecos da ciência, como colaboração, orientação por problemas, compartilhamento de resultados e resolução de problemas relevantes para todos os cidadãos.

Portanto, destacamos as abordagens de ensino de ciências que podem ser orientadas na perspectiva da Ciência Cidadã, ou seja, que consideram a ciência para a compreensão do mundo e para a participação dos sujeitos no mundo, uma ciência que

se insere no mundo, que tem participação social, que não pode ser vista independente da tecnologia e da sociedade e que dialoga com os problemas do mundo.

É nesse contexto que destacamos a abordagem da Natureza da Ciência (NdC) no ensino de Ciências, mais especificamente para o ensino de Química. A NdC refere-se à epistemologia da ciência, à ciência como forma de saber e aos valores e crenças inerentes ao desenvolvimento científico. Ou seja, a NdC contempla aspectos sociais da ciência, buscando compreender o que é ciência, como funciona, como os cientistas atuam enquanto grupo social e como a sociedade dirige e reage ao desenvolvimento científico (McComas *et al*, 2002).

Para McComas *et al.* (2002), existe um consenso entre pesquisadores sobre a NdC quanto às informações explícitas e implícitas sobre a ciência, as quais são: o conhecimento científico tem caráter provisório; o conhecimento científico depende da observação, da evidência experimental, de argumentos racionais e do ceticismo, mas não unicamente; o conhecimento científico não é construído por um método universal; a ciência é uma forma de explicar os fenômenos naturais; leis e teorias científicas desempenham papéis diferentes na ciência; pessoas de todas as culturas contribuem para a ciência; e as observações são carregadas de teoria.

Em uma visão mais ampla, podemos afirmar que a “natureza da ciência abrange um conjunto de conhecimentos sobre os fundamentos epistemológicos, filosóficos, históricos e culturais da ciência” (Moura, 2014, *apud* Peduzzi; Raicik, 2020, p.20).

Almeida e Farias (2011) ao citarem Vázquez *et al* (2007) destacam que:

A natureza da ciência inclui a reflexão sobre os métodos para validar o conhecimento científico, os valores implicados nas atividades da ciência, as relações com a tecnologia, a natureza da comunidade científica, as relações da sociedade como sistema tecnocientífico e as contribuições desta para a cultura e o progresso da sociedade. Este construto ou conceito faz referência a questões como: Que é ciência? Qual o seu funcionamento interno e externo? Como se constrói e desenvolve o conhecimento produzido pela ciência? Que métodos são usados para validar este conhecimento? Quais os valores implícitos nas atividades científicas? Qual é a natureza da comunidade científica? Quais foram e são as relações da ciência com a tecnologia até se constituir o atual sistema tecnocientífico? Quais são as relações da sociedade com este sistema? Quais são as contribuições deste a cultura e progresso da sociedade? (Vázquez *et al.*, 2007 *apud* Almeida; Farias, 2011, p.474).

A NdC é compreendida como um conjunto de perspectivas ou abordagens metateóricas que tratam de variados aspectos da prática científica, seja do ponto de vista de métodos e teorias quanto de sua natureza cultural e social (Bejarano *et al.*, 2019).

Contudo, precisamos considerar que o campo de estudos sobre a NdC ainda é

concebido por alguns autores como um ambiente inseguro, formado fora da ciência e da tecnologia através da análise disciplinada de historiadores, filósofos e sociológicos, e nesse sentido, a maior dificuldade reside no caráter dialético de grande parte das suas proposições (Manassero; Vázquez; Acevedo, 2001, *apud* Almeida; Farias, 2011).

No âmbito educacional, mais especificamente no ensino de Ciências, a abordagem da NdC tem diferentes justificativas: utilitarista (entender a ciência e administrar objetos e processos tecnológicos); democrática (dar sentido às questões sociocientíficas e participar da tomada de decisões); cultural (compreender a ciência como elemento da cultura contemporânea); moral (compreender as normas científicas e o compromisso moral); e pedagógico (contribuir com a aprendizagem de conteúdos científicos) (Driver *et al.*, 1996 *apud* McComasetal., 2002).

Existem consensos de que saber sobre a ciência é tão relevante quanto compreender os conteúdos científicos, fazendo que o cidadão cientificamente alfabetizado não se limite a conhecer conteúdos da ciência, mas especialmente que compreende de fato a NdC (Bejarano *et al.*, 2019). Texeira (2019) contribui para essa discussão considerando que no ensino de ciências os estudantes precisam interagir com os modelos próprios da ciência e a cultura científica, envolvendo-os na resolução de problemas e na gestão de decisões, não neutralizando a ciência, e na desconstrução de crenças e valores. Portanto, no ensino de ciências, uma das responsabilidades de professores de ciências é fornecer uma descrição acerca da função, processos e limites da ciência (McComas *et al.*, 2002).

Entretanto, segundo McComas *et al.* (2002), os equívocos de professores e de estudantes acerca da NdC, por si só, representam uma justificativa para incluir os estudos sociais da ciência no ensino de ciências e na formação de professores de ciências.

Lederman (1992) defende que a pesquisa sobre a NdC é dividida em quatro critérios: avaliação dos estudantes sobre a natureza da ciência; avaliação de currículos para melhorar a compreensão dos estudantes; avaliação da concepção dos professores sobre NdC e maneiras de melhorar; observar as relações entre a idealização dos professores e a prática real em sala de aula. Sendo assim, a partir dessas considerações de Lederman (1992), podemos destacar que não apenas os estudantes possuem limitações relacionadas à compreensão da NdC, mas os professores também possuem concepções inadequadas.

Nesse sentido, concordamos com Almeida e Farias (2011) quando destacam, segundo McComas, Cloughe Almazroa (1998) que “[...] a natureza da ciência é um

domínio fundamental para guiar o professorado de ciências numa correta descrição da ciência ao estudante (McComas; Clough; Almazroa, 1998, *apud* Almeida; Farias, 2011, p.474). E nesse sentido, o foco desta pesquisa é voltado para a formação docente, concebendo-a como “os processos de formação inicial ou continuada, que possibilitam aos professores adquirir ou aperfeiçoar seus conhecimentos, habilidades, disposições para exercer sua atividade docente, de modo a melhorar a qualidade da educação que seus alunos recebem” (Garcia, 1999, p.26).

Segundo Bejarano *et al* (2019) a NdC é um agrupamento de conhecimento e perspectivas metateóricas que abordam variados aspectos científicos, principalmente no contexto cultural e social. Existem consensos em relação à NdC de que saber sobre a ciência é tão relevante quanto compreender os conteúdos científicos, fazendo que o cidadão cientificamente alfabetizado não se limite a conhecer conteúdos da ciência, mas especialmente que compreende de fato a natureza da ciência. Sendo assim, promover uma educação científica por meio da NdC pode contribuir de maneira significativa o ensino da Ciências.

Ainda para Bejarano *et al.* (2019) aprender sobre a NdC contribui para observar questões dentro do ambiente e não apenas confirmar afirmações de maneira unânime, estabelecendo assim um olhar crítico diante da sociedade.

Texeira (2019) afirma que instruir a ciência de maneira adequada necessita levar em consideração o envolvimento dos alunos em novas maneiras de pensar, necessitando de uma ligação com os modelos próprios da ciência e inserindo o discente em uma cultura científica, envolvendo-o em busca de soluções de problemas e na gestão de escolhas agindo de forma crítica na desconstrução de crenças e valores, na não neutralidade da ciência e na influência de ocorrências de fundação política e sociocultural.

No artigo “Sobre a Natureza da Ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência” Peduzzi *et. al* (2020) utiliza do ponto de vista de Lederman (1992) e Massoni (2010) para defender sua posição, respectivamente, sobre insuficiência do conhecimento científico do professor e a escassez de material didático relacionado a NdC.

Lederman (1992) defende que a pesquisa sobre a natureza da ciência é dividida em quatro critérios: avaliação dos estudantes sobre a natureza da ciência; avaliação de currículos para melhorar a compreensão dos estudantes; avaliação da concepção dos professores sobre NdC e maneiras de melhorar; observar as relações entre a idealização dos professores e a prática real em sala de aula. Sendo assim, é possível observar que essas medidas e os seus resultados mostram que não apenas os estudantes possuem limitações relacionadas à Natureza da Ciência, mas os professores também possuem concepções inadequadas.

Quando falado sobre materiais didáticos, Massoni (2010) defende que as discussões que relacionam a ciência em materiais de ensino não são eficientes para proporcionar um aprendizado atual do tema, ou seja, é necessário o desenvolvimento de estratégias que tornem as proposições e questionamentos sobre a NdC visível (Peduzzi, 2020).

Ainda de acordo com o autor citado acima, um dos propósitos da educação científica em todas as etapas educacionais é de promover uma compreensão de Natureza da Ciência alinhada com reflexões filosóficas contemporâneas, porém, diálogos implícitos sobre a ciência em materiais didáticos não são suficientes para estimular uma aprendizagem atual sobre o tema. A literatura revela que é necessário o desenvolvimento de estratégias que tornem mais nítidos alguns questionamentos.

Texeira (2019) faz uma referência aos apontamentos de Lemke (1977) sobre como um fazer ciência se comportaria, abordando a maneira que a linguagem das ciências deve ser colocada para proporcionar habilidades que envolvem a compreensão, domínio e prática no ensino científico.

Texeira (2019) ainda ressalta a importância do professor no compartilhamento do conhecimento científico, defendendo que sua intervenção deve ser intencionada e fundamentada, investigando recursos estratégicos para proporcionar aos alunos um maior engajamento e enfrentamento de desafios. É nesta perspectiva que se discute sobre materiais didáticos.

2.2 Materiais didáticos e a Natureza da Ciência

Um aspecto que consideramos nesta pesquisa refere-se ao entendimento de que as discussões sobre a ciência em materiais didáticos não são eficientes para tornarem visíveis as proposições e os questionamentos sobre a NdC, refletindo, por exemplo, na escassez de materiais didáticos relacionados a NdC (Massoni, 2010 *apud* Peduzzi; Raicik, 2020).

Os materiais didáticos são compreendidos como aqueles que são manipulados e trabalhados para trazer facilidade aos alunos para obterem resultados finais referente às atividades produzidas em sala de aula (Chamorro, 2003 *apud* Botas; Moreira, 2013).

De modo geral, os materiais didáticos podem ser definidos amplamente como produtos pedagógicos utilizados na educação e, especificamente, como o material instrucional que se elabora com finalidade didática.

Os materiais didáticos são classificados em duas categorias: impressos e digitais. O material impresso pode ser dividido em grupos e acervos: livros didáticos, pranchas

ilustrativas; mapas; caderno de atividade, guia do professor etc.

O material digital é produzido por meio das ferramentas tecnológicas e assumem diferentes formatos, como, por exemplo, e-book. O uso dos meios tecnológicos para o desenvolvimento de processos educacionais permite ampliar a diversidade dos produtos didáticos-pedagógicos, e, além disso, possibilita diferenciar o público-alvo, atender demandas especiais e produzir produtos individuais para distintas necessidades. Pode-se citar como exemplos de material digital os questionários online; aplicativos; jogos educativos etc. (Bandeira, 2009).

Nesta pesquisa, os materiais didáticos para a abordagem da Natureza da Ciência (NdC) foram produzidos no formato digital constituindo um e-book.

Diferentes trabalhos da literatura apresentam caminhos possíveis para elaboração desses materiais didáticos para abordagem da Natureza da Ciência (NdC). Um dos caminhos possíveis é considerar dois eixos: sociológico e epistemológico. O eixo sociológico dar ênfase no papel do indivíduo e da comunidade científica, questões morais, políticas, influências históricas e sociais e a ciência como integrante da cultura. O eixo epistemológico envolve temas sobre a origem do conhecimento, como o papel da experiência e do pensamento teórico, além disso, aos métodos da ciência (coletar, analisar e avaliar dados), leis, modelos e teorias (Driver et al., 1996, citado por Martins, 2015).

Nesta monografia, na elaboração dos materiais didáticos para a abordagem da Natureza da Ciência (NdC) foram consideradas informações explícitas e implícitas sobre a ciência propostas por McComas et al. (2002): o conhecimento científico tem caráter provisório; o conhecimento científico depende da observação, da evidência experimental, de argumentos racionais e do ceticismo, mas não unicamente; o conhecimento científico não é construído por um método universal; a ciência é uma forma de explicar os fenômenos naturais; leis e teorias científicas desempenham papéis diferentes na ciência; pessoas de todas as culturas contribuem para a ciência; e as observações são carregadas de teoria.

2.3 Formação Inicial de Professores de Química e a atividade de pesquisa

A formação inicial de professores é o período de iniciação do futuro profissional, onde o formando vivencia a etapa de passagem de aluno para professor (Formosinho, 2001; Ralha-Simões, 1995, citado por Mesquita, 2010).

É um período de contradições no qual são construídas as representações do que é ser professor e a realidade de atuação. Na formação inicial de professores é necessário um

equilíbrio entre os aspectos técnicos e as finalidades sociais no âmbito que essa formação for aplicada (Mesquita, 2010).

A opção pela formação inicial de professores de Química justifica-se por considerar que ela se constitui como um processo de construção de significados da atuação dos futuros professores (Imbernón, 2009). Nesse processo, para professores de Química, por exemplo, significados acerca da Natureza da Ciência são construídos, podendo ser coerentes ou inadequados.

Adicionalmente, neste trabalho monográfico, considera-se a pesquisa como um dos eixos constitutivos da formação inicial de professores, mais particularmente, de professores de Química. Dessa forma, é preciso envolver os futuros professores de Química em formação inicial com as atividades de pesquisa, seja como autores, sejam como participantes.

Esse posicionamento toma por base idéias de Moraes (2004, p. 50), quando esta autora destaca que:

Educar pela pesquisa tem como objetivo incentivar o questionamento dentro de um processo de reconstrução do conhecimento. [...]. Dessa maneira, educar pela pesquisa é ir contra a cópia, a condição de objeto [...] (Moraes, 2004, p. 88).

Para André (2002, citado por De Araújo Penitente, 2012, p. 31), a “[...] pesquisa na formação docente implica considerar as diferentes possibilidades de se articular ensino e pesquisa no processo de formação [...]”.

Nesse sentido, os materiais didáticos para a abordagem da Natureza da Ciência (NdC) elaborados nesta pesquisa foram avaliados por professores de Química em formação inicial. Logo, a autora desta monografia enquanto pesquisadora e os licenciandos enquanto participantes foram envolvidos em processo de pesquisa.

Em síntese, à luz da discussão tecida, esta pesquisa foi voltada para a abordagem da NdC na perspectiva da Ciência Cidadã na formação inicial de professores de Química, a partir do uso de materiais didáticos fundamentados nos pressupostos desta abordagem, considerando a necessidade de inserção desta abordagem no âmbito da formação docente (McComas *et al.*, 2002; Almeida; Farias, 2011) e a escassez de materiais didáticos disponíveis nesse sentido (Massoni, 2010 *apud* Peduzzi; Raicik, 2020).

3. METODOLOGIA

Esta monografia foi decorrente da pesquisa realizada no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) desenvolvida no período de agosto de 2023 a agosto de 2024.

A pesquisa em tela teve uma abordagem qualitativa dos dados. Isso porque a pesquisa qualitativa:

se ocupa com um nível de realidade que não pode ou não deveria ser quantificado, isto é, trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes. Por meio da pesquisa qualitativa, busca-se compreender a complexidade de fenômenos, fatos e processos particulares e específicos (Minayo, 2009 apud Brito et al., 2021, p. 3).

3.1 Participantes da pesquisa

Contamos com 03 professores de Química em formação inicial, denominados como PQFIA, PQFIB e PQFIC. Eles foram convidados a participarem da pesquisa por meio de um grupo de WhatsApp. Estes licenciandos estavam matriculados e cursando a disciplina optativa de um curso de Licenciatura em Química, intitulada O Ensino de Química CTS: fundamentos, especificidades e aplicações. Vale ressaltar que esta disciplina foi escolhida por discutir em sua ementa aspectos da Natureza da Ciência.

3.2 Etapas da pesquisa

Esta pesquisa se constitui em cinco etapas: revisão da literatura (etapa 1); elaboração de materiais didáticos para a implementação da abordagem da Natureza da Ciência (NdC) no ensino de Química (etapa 2); elaboração de questionário para avaliação dos materiais didáticos pela plataforma *Google Forms* (etapa 3); avaliação dos materiais didáticos elaborados por professores de Química em formação inicial (etapa 4); organização, sistematização e análise dos dados (etapa 5).

Etapa 1: Revisão da literatura

Nesta etapa atendemos o objetivo específico de realizar revisão da literatura acerca da abordagem da Natureza da Ciência (NdC) no ensino de Química.

De acordo com Brizola e Fantin (2017), a revisão da literatura é essencial para o desenvolvimento da pesquisa colaborando para o pesquisador realizar uma avaliação crítica do seu objeto de investigação com vistas à identificação de lacunas, consensos, controvérsias etc. e à inserção de sua pesquisa sobre aspectos ainda não investigados ou para avanços sobre estudos realizados. Nesse sentido:

A revisão da literatura ajuda: (a) delimitar o problema da pesquisa, (b) auxiliar na busca de novas linhas de investigação para o problema que o pesquisador pretende investigar, (c) evitar abordagens infrutíferas, ou seja, através da revisão da literatura o pesquisador pode procurar caminhos nunca percorridos, (d) identificar trabalhos já realizados, já escritos e partir para outra abordagem e (e) evitar que o pesquisador faça mais do mesmo, que diga o que já foi dito, tornando a sua pesquisa irrelevante (Brizola; Fantin, 2017, p.24).

Para a realização da revisão da literatura optamos pela Revisão Integrativa. Segundo Souza *et al.* (2010), a Revisão Integrativa é uma abordagem metodológica mais ampla quando comparada com outros tipos de revisões, ao considerar dados da literatura empírica e teórica incorporando variados propósitos, tais como: caracterização de conceitos; avaliação de teorias e análise de problemas metodológicos.

Etapa 2: Elaboração de materiais didáticos para a implementação da abordagem da natureza da ciência (NdC) no ensino de Química

Nesta etapa atenderemos ao objetivo específico elaborar materiais didáticos para a implementação da abordagem da Natureza da Ciência (NdC) no ensino de Química.

A elaboração dos materiais didáticos tomou por base os pressupostos teóricos e metodológicos da abordagem da Natureza da Ciência (NdC). Nesse sentido, foram considerados os seguintes aspectos: i) o conhecimento científico tem caráter provisório; ii) o conhecimento científico depende da observação, da evidência experimental, de argumentos racionais e do ceticismo, mas não unicamente; iii) o conhecimento científico não é construído por um método universal; iv) a ciência é uma forma de explicar os fenômenos naturais; v) leis e teorias científicas desempenham papéis diferentes na ciência; vi) pessoas de todas as culturas contribuem para a ciência; e vii) as observações são carregadas de teorias (McComas et al, 2002).

Etapa 3: Elaboração de questionário para avaliação dos materiais didáticos

Nessa etapa, elaboramos o questionário contendo nove questões que abordavam as características do conhecimento científico propostos por McComas et al. (2002). Este questionário foi criado na plataforma do *Google Forms*. As questões foram:

1. Na sua opinião, a História em Quadrinhos “A Natureza da Ciência na vida e nas descobertas científicas de Marie Curie” possibilita o entendimento de que:

1.1 A ciência tem caráter provisório? Se sim ou se não, por que?

1.2 A observação, evidência experimental e ceticismo são características da Natureza da Ciência? Se sim ou se não, por que?

1.3 O conhecimento científico não é construído por um método universal? Se sim ou se não, por que?

1.4 A ciência explica os Fenômenos Naturais? Se sim ou se não, por que?

1.5 As leis e teorias científicas desempenham papéis diferentes na ciência? Se sim ou se não, por que?

1.6 As pessoas de todas as culturas podem contribuir para a ciência? Se sim ou se não, por que?

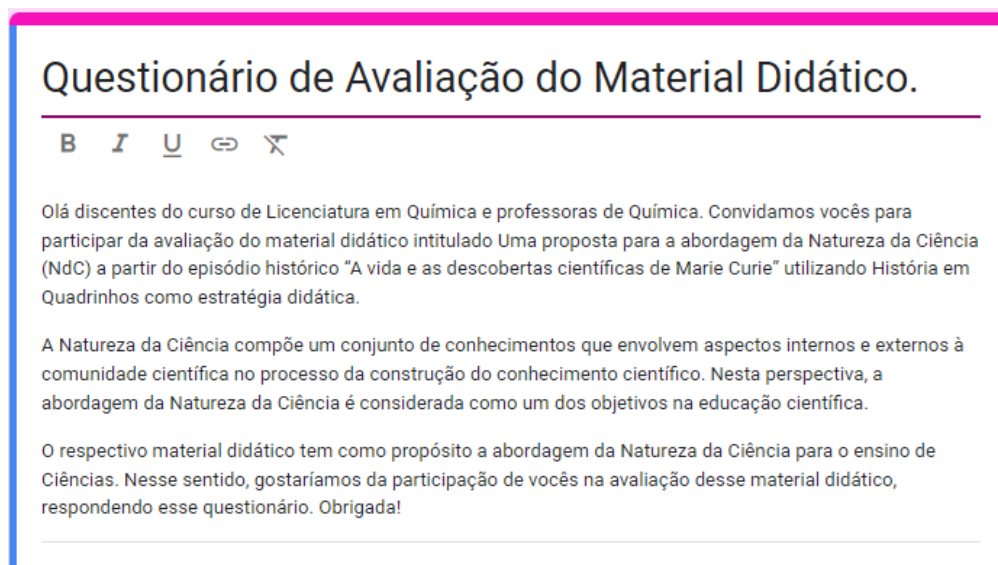
1.7 As observações são carregadas de teorias? Se sim ou se não, por que?

2. Quais são as contribuições do material didático - Uma proposta para a abordagem da Natureza da Ciência (NdC) a partir do episódio histórico “A vida e as descobertas científicas de Marie Curie” utilizando História em Quadrinhos como estratégia didática – para a abordagem da Natureza da Ciência no ensino de Ciências?

3. Quais são as limitações do material didático - Uma proposta para a abordagem da Natureza da Ciência (NdC) a partir do episódio histórico “A vida e as descobertas científicas de Marie Curie” utilizando História em Quadrinhos como estratégia didática – para a abordagem da Natureza da Ciência no ensino de Ciências?

Na figura 1 ilustramos parte do questionário elaborado no Google Forms:

Figura 1: Apresentação do questionário de avaliação do material didático



Questionário de Avaliação do Material Didático.

B I U ↺ ↻

Olá discentes do curso de Licenciatura em Química e professoras de Química. Convidamos vocês para participar da avaliação do material didático intitulado Uma proposta para a abordagem da Natureza da Ciência (NdC) a partir do episódio histórico "A vida e as descobertas científicas de Marie Curie" utilizando História em Quadrinhos como estratégia didática.

A Natureza da Ciência compõe um conjunto de conhecimentos que envolvem aspectos internos e externos à comunidade científica no processo da construção do conhecimento científico. Nesta perspectiva, a abordagem da Natureza da Ciência é considerada como um dos objetivos na educação científica.

O respectivo material didático tem como propósito a abordagem da Natureza da Ciência para o ensino de Ciências. Nesse sentido, gostaríamos da participação de vocês na avaliação desse material didático, respondendo esse questionário. Obrigada!

Fonte: autora (2024).

Etapa 4: Avaliação dos materiais didáticos elaborados por professores de Química em formação inicial

Nesta fase da pesquisa, foi enviado para os participantes o *link* do questionário, o material didático e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 1). O envio foi realizado após o aceite dos professores de Química em formação inicial em participar da pesquisa.

Etapa 5: Organização, sistematização e análise dos dados

Para o atendimento do objetivo específico realizar revisão da literatura acerca da abordagem da Natureza da Ciência (NdC) no ensino de ciências, organizamos e sistematizamos os dados segundo as etapas da Revisão Integrativa propostas por Souza *et al.* (2010), as quais são: elaboração da pergunta norteadora; busca ou amostragem na literatura; coleta de dados; análise crítica dos estudos incluídos; discussão dos resultados; apresentação da revisão integrativa.

Para o atendimento do objetivo específico avaliar contribuições e limitações apontadas por professores em formação acerca dos materiais didáticos elaborados

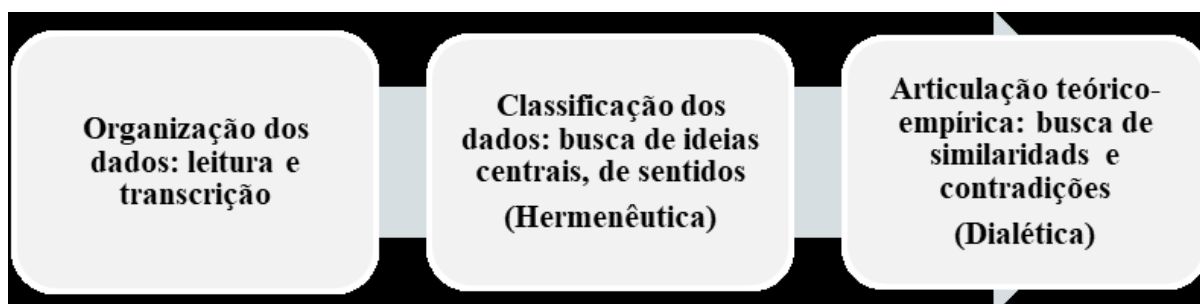
para a abordagem da Natureza da Ciência (NdC) no ensino de química na perspectiva da ciência cidadã, organizamos e sistematizamos os dados a partir das respostas dos licenciandos ao questionário.

Para a análise dos dados utilizamos pressupostos da Hermenêutica-Dialética. De acordo com Alencar *et al.* (2012) a Hermenêutica “é a busca de compreensão de sentido que se dá na comunicação entre seres humanos, tendo na linguagem seu núcleo central”. A Dialética, por sua vez, “é a ciência e a arte do diálogo, da pergunta e da controvérsia. Buscam nos fatos, na linguagem, nos símbolos e na cultura os núcleos obscuros e contraditórios para realizar uma crítica sobre eles” (Alencar *et al.*, 2012).

Segundo Alencar *et al.* (2012), a análise Hermenêutica-Dialética é uma metodologia que visa explicar e sintetizar processos abrangentes e críticos. Por isso, serão seguidos três movimentos analíticos baseados em Minayo (2004): organização de dados; classificação de dados; e articulação teórico-empírica dos resultados da pesquisa, visando identificar semelhanças e contradições (Cardoso *et al.*, 2015).

A figura 2 representa o desenvolvimento da AHD a partir dos respectivos movimentos analíticos:

Figura 2: Sequência dos movimentos analíticos da pesquisa a partir da AHD



Fonte: Adaptado de Cardoso *et al.* (2015).

Para a revisão da literatura realizada, a partir dos movimentos analíticos da Análise Hermenêutica Dialética, consideramos a leitura dos artigos na íntegra (organização dos dados), as categorias analíticas (classificação dos dados) e a análise dos artigos (articulação teórico-empírica).

Para as respostas dos licenciandos, a partir dos movimentos analíticos da Análise Hermenêutica Dialética, consideramos a leitura das respostas na íntegra (organização dos dados), as categorias analíticas (classificação dos dados) e a análise das respostas

(articulação teórico-empírica).

Na análise dos dados relativos à revisão da literatura, foram consideradas como categorias analíticas: os objetivos das pesquisas sobre a NdC no ensino de ciências; os tipos das pesquisas sobre a NdC no ensino de ciências; principais resultados apontados nas pesquisas sobre a NdC no ensino de ciências.

Na análise dos dados relativos às respostas dos professores de Química em formação inicial ao questionário, foram consideradas como categorias analíticas: contribuições do material didático para a abordagem da Natureza da Ciência; e limitações do material didático para a abordagem da Natureza da Ciência.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados descritos e/ou discutidos neste tópico referem-se à revisão da literatura, a elaboração do material didático e às respostas dos professores de química em formação inicial ao questionário acerca do respectivo material didático.

4.1 A revisão da literatura

A primeira etapa tem ênfase na revisão da literatura, ou seja, à Revisão integrativa realizada. Segundo as etapas da Revisão Integrativa, a primeira etapa que realizamos foi a elaboração da seguinte pergunta condutora: **o que tem sido publicado pelas pesquisas sobre a NdC no ensino de ciências?**

Em seguida, conduzimos as etapas da Revisão Integrativa relativas à busca na literatura e à coleta de dados. Em outras palavras, para a busca na literatura, fizemos a seleção dos periódicos. Para seleção dos periódicos utilizamos a Plataforma Sucupira. Nela, definimos a área de avaliação Ensino e o Qualis A1. O Qualis periódicos é usado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) para classificar os periódicos científicos, onde ao estrato A1 é atribuído maior peso (Erdmann, 2009).

Após mapear os periódicos, foram considerados aqueles nacionais, relativos ao ensino de ciências e que disponibilizavam os artigos na íntegra. Nessa perspectiva, selecionamos os seguintes periódicos: Ciência & Educação; Investigações em Ensino de Ciências; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.

Para a coleta de dados, ou seja, a identificação os artigos publicados nos respectivos periódicos, consideramos o período de 2014 a 2024. Para a identificação dos artigos adotamos como critérios de inclusão a presença dos descritores “Natureza da Ciência” e/ou “NdC” no título, resumo e/ou palavras-chave. Foram excluídos os artigos que não atendiam ao critério de inclusão.

Os periódicos, o ano de publicação, os autores e os títulos dos artigos dos artigos identificados e considerados para análise estão apresentados no quadro 1.

Quadro 1: Artigos identificados para análise.

PERIÓDICO	ANO	AUTOR	TÍTULO
Ciência & Educação	2019	Bejarano <i>et al.</i>	Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso.
Ciência & Educação	2020	Mendonça	De que Conhecimento sobre Natureza da Ciência Estamos Falando?
Investigações em Ensino de Ciências	2020	Peduzzi; Raicik	Sobre a Natureza da Ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência.
Ciência & Educação	2021	Pinto; Silva	Natureza da Ciência no ensino: entre a pesquisa acadêmica e as orientações oficiais para a educação básica.

Fonte: Autora (2024).

Em seguida, fizemos a leitura dos artigos na íntegra e analisamos os respectivos artigos a partir das seguintes categorias analíticas: os objetivos das pesquisas sobre a NdC no ensino de ciências; os tipos das pesquisas sobre a NdC no ensino de ciências; principais resultados apontados nas pesquisas sobre a NdC no ensino de ciências.

Considerando a existência de controvérsias e a complexidade das questões discutidas sobre a NdC, é muito arriscado determinar uma concepção ideal de ciência (Bagdonas, 2012) e por não possuir um consenso, a revisão da literatura contribui diretamente na decisão de qual metodologia seguir e para a elaboração do material didático.

4.1.1 Os objetivos das pesquisas sobre a NdC no ensino de ciências

No artigo intitulado “Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso”, os autores Bejarano *et al.* (2019, p. 967) têm o objetivo de “discutir a importância da NOS (Nature of Science) na formação dos professores de ciências e no ensino de ciências em geral”. Os autores sustentam que:

[...] os estudos sobre a ciência têm ganhado cada vez mais relevância no âmbito das salas de aula de ciências dos diferentes níveis educacionais. A concepção atual de uma pessoa cientificamente alfabetizada não é somente a de alguém que sabe conteúdos da ciência, mas também e, sobretudo, que sabe sobre sua natureza (produção, evolução, avaliação, difusão, relações com o contexto), sendo a NOS compreendida aqui como um conjun-

to de saberes ou olhares metateóricos que trata dos vários aspectos da atividade científica, seja do ponto de vista internalista (seus métodos e suas teorias), seja em seu caráter eminentemente cultural e social (Bejarano *et al.*, 2019, p. 968).

No artigo intitulado “De que conhecimento sobre Natureza da Ciência estamos falando?”, de autoria de Mendonça (2020), o objetivo é o de “contribuir com esclarecimentos frente ao entendimento do que seria um conhecimento amplo de NdC e coerente com os objetivos atuais da Educação Científica” (Mendonça, 2020, p. 3). Segundo Mendonça (2020, p. 1), “esta discussão se mostra especialmente relevante porque há uma divergência de posicionamento na área”.

O artigo intitulado “Sobre a Natureza da Ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência”, escrito por Peduzzi e Raicik (2020), tem o objetivo de apresentar “uma série de 18 asserções comentadas, que explicitam entre si sobreposições e convergências, assim como divergências, como uma alternativa potencialmente útil para a abordagem de vários aspectos da natureza da ciência e do trabalho científico no ensino” (Peduzzi; Raicik, 2020, p. 19).

Peduzzi e Raicik (2020, p. 19) partem do pressuposto de que “[...] discussões implícitas sobre a ciência em materiais de ensino não são suficientes para promover um aprendizado significativo e atual do tema”.

E o artigo intitulado “Natureza da Ciência no ensino: entre a pesquisa acadêmica e as orientações oficiais para a educação básica”, de autoria de Pinto e Silva (2021), tem o objetivo de “analisar quais e como as concepções de NdC estão presentes em documentos oficiais, já que influenciam a ação docente de forma mais significativa do que resultados de pesquisas publicados em revistas e livros voltados a um público especializado” (Pinto; Silva, 2021, p. 3).

A partir da análise desses artigos, podemos dizer que os objetivos de seus autores envolvem: discutir a importância da NdC na formação de professores de ciências e no ensino de ciências (Bejarano *et al.* 2019); discutir sobre a NdC como um conhecimento amplo e coerente com os objetivos atuais da Educação Científica (Mendonça, 2020); discutir proposições assertivas para a abordagem de aspectos da natureza da ciência e do trabalho científico no ensino (Peduzzi; Raicik, 2020); e analisar concepções de NdC presentes em documentos oficiais (Pinto; Silva, 2021).

4.1.2 Os tipos das pesquisas sobre a NdC no ensino de ciências

O artigo de Bejarano et al. (2019) é do tipo teórico, no qual os autores discutem a NdC a partir dos seguintes aspectos: as listas consensuais; a falta de consenso sobre as listas consensuais; Whole science (ciência integral); e a natureza da ciência em Derek Hodson.

O artigo de Mendonça (2020) é de cunho teórico e desenvolvido considerando os seguintes aspectos: abordagem consensual de natureza da ciência; abordagem alternativa para o ensino de natureza da ciência; análise crítica das abordagens.

O artigo de Peduzzi e Raicik (2020) é teórico, por meio do qual as autoras elaboram 18 proposições sobre a natureza da ciência e o trabalho científico. São elas:

1. A observação (científica) é seletiva: exige um objeto, um ponto de vista, um interesse especial, um problema. As observações são intrincadas misturas de componentes empíricos e precipitados teóricos. Não há observações neutras (Peduzzi; Raicik, 2020, p. 22).
2. Leis e teorias científicas são elaborações/criações do intelecto humano. Não são meras sínteses indutivas do observado, do experimentado. Os dados, *per se*, não geram teorias (Peduzzi; Raicik, 2020, p. 25).
3. Experimentos de pensamento mostram o valor essencial das conjecturas pré- observacionais, dos conhecimentos e das convicções teóricas do sujeito na investigação científica (Peduzzi; Raicik, 2020, p. 27).
4. As teorias científicas não são definitivas e irrevogáveis, mas sim objeto de constante revisão; o pensamento científico modifica-se com o tempo (Peduzzi; Raicik, 2020, p. 29).
5. Uma teoria não deixa de ser científica porque foi descartada; no período de sua vigência ela constituiu um corpo de conhecimento coerente, com poder explicativo e preditivo, que explicitou uma maneira de ver e compreender o mundo físico, os fenômenos naturais (Peduzzi; Raicik, 2020, p. 30).
6. Concepções filosóficas, religiosas, culturais, éticas do investigador, assim como o contexto histórico, cultural, social em que se desenvolve a ciência, influenciam o seu trabalho desde os tempos mais remotos (Peduzzi; Raicik, 2020, p. 30).
7. A abordagem lógica, a histórica e linear/sequencial dos conteúdos, veiculada pelo livro didático (e por outros materiais de ensino), é uma simplificação (grosseira) que ressalta apenas os resultados da ciência (Peduzzi; Raicik, 2020, p. 32).
8. A ciência está longe de se constituir em um empreendimento fundado em regras rígidas e imutáveis. A ideia de um único e hegemônico-método-o método científico – é uma falácia (Peduzzi; Raicik, 2020, p. 32).
9. A disputa de teorias pela hegemonia do conhecimento envolve tanto aspectos de natureza interna quanto externa à ciência; podem ser bastante complexos e sutis os mecanismos envolvidos na aceitação de um novo conhecimento (Peduzzi; Raicik, 2020, p. 34).
10. A ciência (o empreendimento científico) é uma construção coletiva; o esquecimento ou mesmo o anonimato de muitos de seus personagens é injustificável (Peduzzi; Raicik, 2020, p. 36).
11. Certos conceitos encontram-se tão profundamente arraigados a convic-

ções teóricas que muitos cientistas têm dificuldades, e por vezes se recusam, a abandoná-los, mesmo sob forte evidência empírica contrária à sua sustentação (Peduzzi; Raicik, 2020, p. 37).

12. O conhecimento não parte do nada – de uma tabula rasa – como também não nasce, necessariamente, da observação; seu progresso-consiste, fundamentalmente, na modificação do conhecimento precedente. O ato de conhecer se dá contra um conhecimento anterior (Peduzzi; Raicik, 2020, p. 38).

13. A experimentação não tem apenas o papel de corroborar ou de refutar teorias em sua forma final. Ela é parte integrante e essencial do processo de construção do conhecimento, que envolve o diálogo entre as expectativas e convicções teóricas do investigador e as observações que ele realiza (Peduzzi; Raicik, 2020, p. 39).

14. No âmbito da observação e da experimentação na ciência, o acaso (a descoberta acidental, se rendíptica) só favorece a mente preparada (Peduzzi; Raicik, 2020, p. 40).

15. A ideia de um experimento – experimento crucial – que, per se, de forma definitiva e inequívoca, permite decidir ‘instantaneamente’ entre teorias ou concepções rivais, é um mito. É bastante complexa a dinâmica entre hipótese, teoria e experimentação na ciência (Peduzzi; Raicik, 2020, p. 41).

16. A dinâmica da produção de conhecimentos na ciência mostra um processo vivo, criativo, polêmico, questionador, argumentativo. Essa realidade contrasta com a falsa imagem de uma ciência que se apresenta como um corpo árido de fatos e conclusões (Peduzzi; Raicik, 2020, p. 42).

17. Controvérsias científicas são constituintes produtivos do processo de elaboração de conhecimentos. Elas explicitam pressupostos teóricos e metodológicos de seus protagonistas, estimulam a criatividade, ensinam novos experimentos, viabilizam a análise de um mesmo conceito ou experimento sob diferentes perspectivas, possibilitam ver que a relação entre uma teoria/concepção teórica e seus fundamentos experimentais nada tem de trivial (Peduzzi; Raicik, 2020, p. 43).

18. Descobrir é mais do que uma mera observação, um insight, um palpite. A descoberta de algo é um processo complexo, que envolve o reconhecimento tanto de sua existência quanto de sua natureza (Peduzzi; Raicik, 2020, p. 44).

Realizando uma síntese entre as proposições sobre a natureza da ciência de Peduzzi e Raicik (2020) e McComas et al. (2002) percebe-se que:

I. As duas listas defendem que o conhecimento científico é provisório, podendo receber alterações constantes, não sendo definitivo ou irrevogável.

II. A observação científica é carregada de teorias que são influenciadas pelo ponto de vista, contexto histórico e vivência cultural do indivíduo.

III. A ciência está inclusa em um contexto coletivo, envolvendo contribuições de diversas culturas.

IV. Não existe um único método científico e a experimentação não serve apenas para contribuir ou refutar teorias, mas também é necessário na construção de conhecimentos.

V. Leis e teorias são construções humanas que possuem significados e atuações distintas.

VI. A descoberta científica possui uma complexidade. As controvérsias são necessárias

por estimular a criatividade e permitir variadas perspectivas sobre os conceitos.

Pinto e Silva (2021, p. 1) em seu artigo, desenvolveram uma pesquisa documental ao analisarem os seguintes documentos oficiais brasileiros: Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, as Novas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica e a Base Nacional Comum Curricular.

Portanto, quanto aos tipos de pesquisas sobre a NdC no ensino de ciências, podemos dizer que na maioria dos artigos foram desenvolvidas pesquisas teóricas (Bejarano et al. (2019; Mendonça, 2020; Peduzzi; Raicik, 2020), sendo que um deles contemplou uma pesquisa do tipo documental.

4.1.3 Principais resultados apresentados nas pesquisas sobre a NdC no ensino de ciências

Segundo Bejarano *et al.* (2019, p. 967), eles encontraram “[...] em Douglas Allchin e em Derek Hodson argumentos que sustentam o uso da *Whole Science* em detrimento do uso de listas consensuais, muito mais comuns na formação de professores e no ensino de ciências”.

Para Mendonça (2020, p.1), como um dos resultados obtidos:

Podemos considerar também que há uma convergência de pensamento em torno de abandonar o foco nos conhecimentos declarativos sobre ciência e sua respectiva avaliação em termos do que os alunos ou professores sabem de ciência frente aos tópicos das abordagens consensuais (Mendonça, 2020, p. 12).

Além disso, para a autora:

As discussões aqui traçadas nos direcionam a pensar na formação de professores de ciências. Apenas o domínio declarado de NdC pelos professores de ciências não é condição capaz de levá-los a adotar estratégias eficientes do seu ensino em sala de aula, pois isto depende também dos modelos instrucionais em que o professor foi educado (Mendonça, 2020, p. 13).

Peduzzi e Raicik (2020), por sua vez, destacam em seus resultados que “o uso das proposições em situações didáticas requer, como qualquer outro material de ensino, a sua interlocução com estratégias associadas a referenciais educacionais e metodológicos” (Peduzzi; Raicik, 2020, p. 48).

Adicionalmente, para as autoras, apesar das proposições elaboradas por elas para

abordar a NdC:

[...], é preciso ter sempre em mente que princípios de clarativos, *persi*, tendem a se tornar algo a ser sabido (mecanicamente) e não aprendido (significativamente). Por isso, enfatiza-se a necessária e indispensável inseparabilidade entre o enunciado de uma asserção sobre a natureza da ciência e o significado (via explicação/comentários) que se pretende que ela tenha para o leitor. [...] (Peduzzi; Raicik, 2020, p. 48).

No artigo de Pinto e Silva (2021, p.1), por meio da análise do conteúdo, os autores destacam como resultado que “apesar de ser uma temática importante em eventos de pesquisa na área e com um número expressivo de publicações, os documentos oficiais não se referem explicitamente à natureza da ciência, fazendo menções superficiais a discussões sobre as ciências e suas características”

Portanto, segundo os autores,

Os documentos analisados demarcam ou demarcaram diretrizes para auxiliar o planejamento pedagógico, curricular e de estruturação do ensino médio. Por isso, ao não abordarem a natureza da ciência explicitamente e como parte de seus objetivos principais, limitam a compreensão do que seja o conhecimento científico, como ele é construído, validado e estabelecido, seu alcance e limitações, impactando no entendimento e desenvolvimentos das competências e habilidades necessárias à formação integral dos estudantes da educação básica, principalmente se um dos objetivos é a formação crítica bem fundamentada” (Pinto; Silva, 2021, p. 14).

Portanto, quanto aos principais resultados apresentados nas pesquisas sobre a NdC no ensino de ciências, podemos dizer que eles estão voltados para: argumentos que sustentam o uso da Whole Science em detrimento do uso de listas consensuais (Bejarano et al. (2019); convergência de pensamento em abandonar o foco nos conhecimentos declarativos sobre ciência, ou seja, as listas consensuais (Mendonça, 2020); a necessária articulação entre o enunciado da asserção sobre a natureza da ciência e seu significado por meio de explicações e exemplos (Peduzzi; Raicik, 2020); os documentos oficiais nacionais não se referem explicitamente à natureza da ciência (Pinto; Silva, 2021).

4.2 Descrição da elaboração do material didático

Neste momento da pesquisa, o objetivo foi elaborar material didático para abordagem da NdC no ensino de Química. O material didático elaborado foi intitulado como “**Uma pro-**

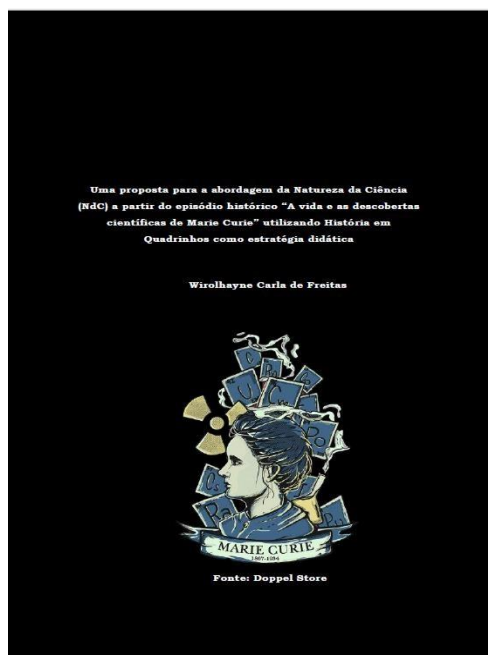
posta para a abordagem da Natureza da Ciência (NdC) a partir do episódio histórico A vida e as descobertas científicas de Marie Curie utilizando História em Quadrinhos como estratégia didática”.

Para sua elaboração foram consideradas a proposta de McComas et al. (2002) quanto às informações sobre a ciência que podem ser discutidas no ensino de ciências, dentre as quais, destacamos: 1) o conhecimento científico tem caráter provisório; 2) o conhecimento científico depende da observação, da evidência experimental, de argumentos racionais e do ceticismo, mas não unicamente; 3) o conhecimento científico não é construído por um método universal; 4) a ciência é uma forma de explicar os fenômenos naturais; 5) leis e teorias científicas desempenham papéis diferentes na ciência; 6) pessoas de todas as culturas contribuem para a ciência; e 7) as observações são carregadas de teoria.

A lista de McComas referente à formação da Natureza da Ciência foi escolhida para ser utilizada como base na construção do material didático devido sua maior complexidade quando comparada as outras listas, por ser mais abrangente nos aspectos da ciência e em diversas perspectivas educacionais e culturais.

Na figura 2 ilustramos a capa do material didático elaborado.

Figura 3: Capa do material didático



Fonte: Autora (2024).

Portanto, optamos por elaborar o material didático considerando episódios históricos

relativos à ciência. Isso porque, segundo Silva e Moura (2008, p.1602-9), a abordagem da Natureza da Ciência pode ser conduzida a partir da história e filosofia da ciência, assim, para esses autores:

O estudo de episódios históricos pode oferecer uma ampla discussão sobre o processo de construção e divulgação de determinadas teorias científicas, suas influências sobre a sociedade da época e a sua eventual rejeição, o que mostra que a natureza da ciência não é simples e tampouco de fácil entendimento, mas rica em detalhes e extremamente fascinante aos olhos de quem a vê (Silva; Moura, 2008, p. 1602-9).

Nesse sentido, escolhemos como episódio histórico “A vida e as descobertas científicas de Marie Curie”. Justificamos essa opção considerando que por meio da história de Marie Curie é possível observar aspectos da NdC. Por exemplo, podemos notar que o conhecimento científico tem caráter provisório, tendo em vista que Marie trouxe novas afirmações e teorias para a radioatividade. Notamos o processo de observação, evidência experimental e ceticismo ao apresentar suas pesquisas, estudos e apresentações dos seus resultados para sociedade. Ainda sobre suas descobertas, ao revelar o Polônio e o Rádio, Marie mostra que a ciência explica fenômenos naturais, e além do mais, ao usar métodos distintos entendemos que o conhecimento científico não é constituído por um único método. Além disso, esse episódio de sua vida confirma que leis e teorias científicas ajudam na compreensão desses dois elementos químicos. Por fim, a história de Marie Curie apresenta uma alta carga de contribuição cultural para a ciência, no qual uma Polonesa que formou sua vida em Paris dedicou um momento da sua vida para ensinar mulheres e incentiva-las a educação e ciência.

Quanto à definição da estratégia didática para a abordagem Natureza da Ciência optamos pelas História em Quadrinhos, dado que elas envolvem uma arte visual que interfere na consciência humana através de uma transmissão de mensagens por textos e imagens em sequência.

Cavalcante et al. (2014), citando Scareli (2002) e Pessoa (2006), apresentam dois aspectos sobre as HQ: o primeiro aspecto é que as HQ exibem uma linguagem própria com dois elementos gráficos, o verbal e o não verbal; o segundo aspecto de fine as HQ como mídias que associam diversas expressões artísticas com a comunicação, ocorrendo uma ligação no qual o leitor pode passar a ser parte da história, criando sequências, sons e vozes através dos diálogos nos balões.

De acordo com Silva Júnior e Caluzi (2024, p. 98):

Em se tratando, especificamente, da abordagem nas Histórias em Quadrinhos (HQs), a linguagem que predomina está na associação entre elementos escritos e visuais trazidos nesse tipo de narrativa, apresenta ao leitor um conjunto próprio de códigos linguísticos e imagéticos diferentes de outras expressões artísticas. As HQs são repletas de vozes que interagem entre si permitindo uma comunicação entre o interlocutor e as personagens (Silva Júnior; Caluzi, 2024, p. 98).

Segundo Pizarro (2009), no processo histórico de construção da linguagem de quadrinhos, ocorreram bastantes críticas em sua aceitação no meio educacional entre os anos 50 e 60, pois os quadrinhos foram vistos por pais e docentes como uma ameaça a intelectualidade dos seus filhos e discentes. Porém, mesmo que o grupo mais conservador pensasse dessa maneira, outros grupos sociais perceberam que as HQ poderiam ser utilizadas como um meio de transmissão de mensagens. Ainda segundo Pizarro (2009), o uso de Histórias em Quadrinhos no contexto escolar tem ganhado reconhecimento na educação e no ensino de Ciências. Vergueiro (2004) defende que o desenvolvimento de estratégias didáticas com o uso de Histórias em Quadrinhos em sala de aula tem como principal objetivo ensinar conteúdos de uma maneira chamativa e incentivadora.

No material didático elaborado é apresentada a História em Quadrinhos intitulada “A Natureza da Ciência na vida e nas descobertas científicas de Marie Curie”, conforme trecho ilustrado na figura 3. Esta HQ narra alguns momentos da história de Marie Curie, sua biografia, conquistas e descobertas científicas.

A partir deles são apresentados aspectos constitutivos da NdC. Em grande parte da HQ podemos observar um resumo sobre suas principais descobertas científicas, como a dos elementos químicos Polônio e Rádio.

Figura 4: Segunda página da história em quadrinhos



Fonte: Autora (2024)

4.3 Análise das respostas dos professores de Química em formação inicial ao questionário

Para realizar a discussão dos resultados referente às respostas dos professores de Química em formação inicial sobre o material didático, inicialmente, as suas respostas foram transcritas em quadros. A partir disso, os resultados foram analisados considerando duas categorias analíticas: contribuição do material didático para a abordagem da NdC e as limitações do material didático para a abordagem da NdC. Além disso, é importante ressaltar que em algumas perguntas os participantes traduziram suas respostas através das suas concepções, sem associar a questão ao material didático.

A primeira pergunta do questionário foi: “Na sua opinião, a História em Quadrinhos “A Natureza da Ciência na vida e nas descobertas científicas de Marie Curie” possibilita o entendimento de que: A ciência tem caráter provisório? Se sim ou se não, por que?”

Quadro 2: Respostas dos PQFI ao primeiro aspecto da questão1

Professores de Química em Formação Inicial (PQFI)	Respostas
PQFIA	<i>“Sim, devido o fato da constante evolução científica, sabemos que a base experimental é baseada em caráter de experimental. Contudo, a natureza provisória da ciência permite que ela se adapte e se aproxime cada vez mais da verdade”.</i>
PQFIB	<i>“Sim, por que é um trabalho em constante evolução com conclusões provisórias”.</i>
PQFIC	<i>“Sim. A ciência está em constante reconstrução e não existem verdades absolutas, embora o conhecimento científico seja durável”.</i>

Fonte: Autora (2024).

A partir das três respostas dos PQFI, observamos que unanimemente eles entendem que a História em Quadrinhos possibilita a compreensão do caráter provisório da ciência, ou seja, uma ciência em constante evolução.

No quadro 2 estão ilustradas as respostas dos PQFI para o segundo aspecto da questão 1: “Na sua opinião, a História em Quadrinhos “A Natureza da Ciência na vida e nas descobertas científicas de Marie Curie” possibilita o entendimento de que: A observação, evidência experimental e ceticismo são características da Natureza da Ciência? Se sim ou se

não, porque?

Quadro 3: Respostas dos PQFI ao segundo aspecto da questão 1

Professores de Química em Formação Inicial (PQFI)	Respostas
PQFIA	<i>“Sim, a ciência se baseia na observação, experimentação e na capacidade de revisar ou refutar teorias, nem tudo que é um fato necessariamente se baseia por experimento, por exemplo, qual é o experimento científico que comprova que o ato de um bombeiro que entra em um prédio em chamas para salvar uma criança, é um ato corajoso? A ciência não definiu necessariamente todos os fatos, seria também o estudo de um carácter metafísico”.</i>
PQFIB	<i>“Sim, porque estão envolvidas na construção do conhecimento científico”.</i>
PQFIC	<i>“Sim, muitas das ideias científicas são aceitas ou rejeitadas a partir de suas evidências..”</i>

Fonte: Autora (2024).

A partir das respostas dos PQFI, a História em Quadrinhos possibilita o entendimento de que a observação, a evidência experimental e o ceticismo são aspectos que constituem a Natureza da Ciência.

No quadro 3 estão ilustradas as respostas dos PQFI para o terceiro aspecto da questão 1: “Na sua opinião, a História em Quadrinhos “A Natureza da Ciência na vida e nas descobertas científicas de Marie Curie” possibilita o entendimento de que: O conhecimento científico não é construído por um método universal? Se sim ou se não, por que?

Quadro 4: Respostas dos PQFI ao terceiro aspecto da questão 1

Professores de Química em Formação Inicial (PQFI)	Respostas
PQFIA	<i>“Sim, uma sequência de observações ,formulações ,hipóteses,experimentação, coletade dados, conclusões, revisões de especialistas, replicação”.</i>
PQFIB	<i>“Não, pois cada área da ciência vai precisar de métodos específicos”.</i>
PQFIC	<i>“Não existe um método universal a ser seguido, mas através de aplicações de métodos com experimentação, leis e observação”.</i>

Fonte: Autora (2024).

Para essa questão, os PQFI responderam que sim e justificaram que o conhecimento científico não é construído por apenas um método universal.

No quadro 4 são apresentadas as respostas dos PQFI para o quarto aspecto da questão 1: “Na sua opinião, a História em Quadrinhos “A Natureza da Ciência na vida e nas descobertas científicas de Marie Curie” possibilita o entendimento de que: A ciência explica os Fenômenos Naturais? Se sim ou se não, por que?”

Quadro 5: Respostas dos PQFI ao quarto aspecto da questão 1

Professores de Química em Formação Inicial (PQFI)	Respostas
PQFIA	<i>“Sim, a ciência tem como um dos seus principais objetivos a definição e explicação dos fenômenos naturais, a química por exemplo é o estudo da matéria e de todas as mudanças que esses fenômenos podem ter”.</i>
PQFIB	<i>“Sim é um dos objetivos da ciência”.</i>
PQFIC	<i>“Sim, através de métodos científicos”.</i>

Fonte: Autora (2024).

A partir das respostas do quadro 4, todos os PQFI responderam que sim. PFI A e PFI B, justificaram que a explicação dos fenômenos naturais é um dos objetivos da ciência. A resposta do PFI C, embora tenha respondido que sim, sua justificativa não foi coerente com a questão.

O quadro 5 mostra as respostas dos PQFI para o quinto aspecto da questão 1: “Na sua opinião, a História em Quadrinhos “A Natureza da Ciência na vida e nas descobertas científicas de Marie Curie” possibilita o entendimento de que: As leis e teorias científicas desempenham papéis diferentes na ciência? Se sim ou se não, porque?”

Quadro 6: Respostas dos PQFI ao quinto aspecto da questão 1

Professores de Química em Formação (PQFI)	Respostas
---	-----------

PQFI A	<i>“Sim, as leis científicas não foram comprovadas cientificamente, já existiam e foram descobertas, como a 2ª lei da termodinâmica que sustenta o fato que um corpo com menor calor, não pode transferir essa energia para um corpo com maior calor. Já as teorias são expressões científicas que simulam um suposto acontecimento baseado em estudos, uma grande teoria que é ensinada nas escolas e universidades é a teoria do Big Bang.”.</i>
PQFI B	<i>“Sim, porque enquanto as teorias científicas explicam fenômenos da natureza, as leis são descrições generalistas desses fenômenos”.</i>
PQFI C	<i>“Sim, pois descrevem e explicam muitos fenômenos que envolvem a ciência”.</i>

Fonte: Autora (2024).

Os PQFI responderam que sim, ou seja, a História em Quadrinhos “A Natureza da Ciência na vida e nas descobertas científicas de Marie Curie” possibilita o entendimento de que As leis e teorias científicas desempenham papéis diferentes na ciência.

O quadro 6 nos mostra as respostas dos PQFI inicial para os aspectos da questão1: “Na sua opinião, a História em Quadrinhos “A Natureza da Ciência na vida e nas descobertas científicas de Marie Curie” possibilita o entendimento de que: As pessoas de todas as culturas podem contribuir para a ciência? Se sim ou se não, por que?”

Quadro 7: Respostas dos PQFI ao sexto aspecto da questão 1

Professores de Química em Formação Inicial (PQFI)	Respostas
PQFI A	<i>“Sim, dependendo de sua pesquisa e comprovações.”.</i>
PQFI B	<i>“Sim, pois não há limitação cultural dentro da ciência”.</i>
PQFI C	<i>“Sim, as culturas influenciam a ciência a partir de fatores que envolvem novos métodos de pesquisa.”.</i>

Fonte: Autora (2024).

Os três PQFI responderam que sim, ou seja, a História em Quadrinhos “A Natureza da Ciência na vida e nas descobertas científicas de Marie Curie” possibilita o entendimento de que as pessoas de todas as culturas podem contribuir para a ciência. Para PFIC, por exemplo, “as culturas influenciam a ciência a partir de fatores que envolvem novos métodos de pesquisa”.

No quadro 7 podemos observar as respostas dos PQFI para o sétimo aspecto da questão 1: “Na sua opinião, a História em Quadrinhos “A Natureza da Ciência na vida e nas descobertas científicas de Marie Curie” possibilita o entendimento de que: As observações são carregadas de teorias? Se sim ou se não, por que?”

Quadro 8: Respostas dos PQFI ao sétimo aspecto da questão 1

Professores de Química em Formação Inicial (PQFI)	Respostas
PQFI A	<i>“Sim, até as leis científicas surgiram de algumas teorias que conspiraram para os estudos e comprovações atuais”.</i>
PQFI B	<i>“Por mais que tenha teoria foi abordado de forma leve e prazerosa ao ler”.</i>
PQFI C	<i>“Sim, através da observação é possível formar teorias, como também forjar teorias através da observação”.</i>

Fonte: Autora (2024).

Os PQFI A e PQFI C responderam que sim, logo para eles a História em Quadrinhos “A Natureza da Ciência na vida e nas descobertas científicas de Marie Curie” possibilita o entendimento de que as observações são carregadas de teorias.

No quadro 8 estão transcritas as respostas dos PQFI referente a questão 2: Quais são as contribuições do material didático – Uma proposta para a abordagem da Natureza da Ciência (NdC) a partir do episódio histórico “A vida e as descobertas científicas de Marie Curie” utilizando História em Quadrinhos como estratégia didática – para a abordagem da Natureza da Ciência no ensino de Ciências?

Quadro 9: Respostas dos PQFI para a questão 2

Professores de Química em Formação Inicial (PQFI)	Respostas
PQFI A	<i>“Vejo que a didática e modo de abordagem com as histórias em quadrinhos corroboram para uma visibilidade e entendimento melhor”.</i>
PQFI B	<i>“Contribui para o aprendizado e reconhecimento por trás das descobertas dos elementos Rádio e Polônio”.</i>

PQFI C	<i>“É um material que complementa a aprendizagem, através do uso de história em quadrinhos potencializando o processo de ensino aprendizagem com uma abordagem histórica da ciência”.</i>
--------	---

Fonte: Autora (2024).

Os PQFI ao avaliarem o material didático, podemos dizer, a partir de suas respostas, que identificaram como contribuições deste para a abordagem da Natureza da Ciência, foram elas: 1) a estratégia didática das Histórias em Quadrinhos; 2) o reconhecimento do que aconteceu na descoberta dos elementos Rádio e Polônio; 3) a abordagem histórica da ciência.

E no quadro 9 estão transcritas as respostas dos PQFI referente a questão 3: Quais são as limitações do material didático - Uma proposta para a abordagem da Natureza da Ciência (NdC) a partir do episódio histórico “A vida e as descobertas científicas de Marie Curie” utilizando História em Quadrinhos como estratégia didática – para a abordagem da Natureza da Ciência no ensino de Ciências?

Quadro 10: Respostas dos PQFI para a questão 3

Professores de Química em Formação (PQFI)	Respostas
PQFI A	<i>“Todo material didático é limitado em virtude dos ouvintes apresentados, para alguns um simples material como a história em quadrinhos pode ser de fácil e direto entendimento”.</i>
PQFI B	<i>“Não abordar a teoria de forma completa”.</i>
PQFIC	<i>“O professor utilizar o material direcionado como estratégia de ensino, sendo acompanhado de aula sobre o conteúdo abordado. Pois nas aulas temos uma carência no ensino de ciências que aborde a vida e as descobertas científicas dos cientistas, principalmente das mulheres da ciência, destacando Marie Curie, a qual tem grande contribuição e importância.”.</i>

Fonte: Autora (2024).

Considerando as respostas dos PQFI, podemos dizer que as limitações do respectivo material didático para a abordagem da Natureza da Ciência no ensino de Ciências são: 1) o uso de uma única estratégia didática, dado que os estudantes aprendem de diferentes formas; 2) a não abordagem da teoria; 3) o conteúdo científico do material não é suficiente, necessitando de aulas sobre o mesmo que ocorrem concomitante com o uso do material didático.

A partir da discussão sobre as respostas dos PQFI ao questionário, foram sistematizadas contribuições e limitações do material didático para a abordagem da Natureza da Ciência, atendendo ao objetivo geral proposto nesta pesquisa.

Quanto às **contribuições do material didático para a abordagem da Natureza da Ciência**, identificou-se que ele contribui para a compreensão de que: 1) o conhecimento científico tem caráter provisório; 2) o conhecimento científico depende da observação, da evidência experimental, de argumentos racionais e do ceticismo, mas não unicamente; 3) o conhecimento científico não é construído por um método universal; 4) a ciência é uma forma de explicar os fenômenos naturais; 5) leis e teorias científicas desempenham papéis diferentes na ciência; 6) pessoas de todas as culturas contribuem para a ciência; 7) as observações são carregadas de teorias. Ou seja, segundo os PQFI, o material didático atende às categorias propostas por MC (2002).

Adicionalmente, os PQFI consideraram outras contribuições do material didático para a abordagem da Natureza da Ciência, foram elas: 1) a estratégia didática das Histórias em Quadrinhos; 2) o reconhecimento do que aconteceu na descoberta dos elementos Rádio e Polônio; 3) a abordagem histórica da ciência.

Em relação às **limitações do material didático para a abordagem da Natureza da Ciência**, identificadas a partir das respostas dos PQFI, destacam-se: 1) uso de uma única estratégia didática, dado que os estudantes aprendem de diferentes formas; 2) a não abordagem da teoria; 3) o conteúdo científico do material não é suficiente, necessitando de aulas sobre o mesmo que ocorrem concomitante com o uso do material didático.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa apresentada neste trabalho monográfico teve como objetivo analisar contribuições e limitações acerca dos materiais didáticos elaborados para abordagem da Natureza da Ciência (NdC) no ensino de Química na perspectiva de professores de química em formação inicial.

Nesta perspectiva, inicialmente, realizou-se a revisão da literatura acerca da abordagem da Natureza da Ciência (NdC) no ensino de química sobre três aspectos: objetivos dos trabalhos, tipos de pesquisa dos trabalhos e os resultados deles.

Quanto aos objetivos apontados nas pesquisas sobre a NdC no ensino de ciências, destacam-se objetivos diversos, com ênfase em discussões voltadas para: a importância da NdC na formação de professores de ciências e no ensino de ciências; a NdC como conhecimento amplo e coerente com os objetivos atuais da Educação Científica; a proposição de assertivas para a abordagem de aspectos da natureza da ciência e do trabalho científico no ensino; as concepções de NdC presentes em documentos oficiais nacionais.

Em relação aos tipos de pesquisas desenvolvidas nas pesquisas sobre a NdC no ensino de ciências, dos quatro artigos analisados, a maioria dos autores conduziu pesquisa teórica, e um deles, pesquisa documental.

E quanto aos principais resultados apontados nas pesquisas sobre a NdC no ensino de ciências, destaca-se um consenso em não adotar abordagens de NdC voltadas para as listas consensuais e o fato dos documentos oficiais nacionais não se referem explicitamente à NdC.

Contudo, a partir dos resultados da revisão da literatura, é válido ressaltar que nenhum dos artigos: 1) teve como foco a implementação da abordagem da NdC no ensino de ciências ou na formação docente, seja ela inicial ou continuada; 2) contemplou pesquisa aplicada ou empírica; 3) envolveu o uso de materiais didáticos para a abordagem da NdC em sala de aula de ciências.

É na perspectiva dessas lacunas buscou-se avançar no conhecimento sobre o uso de materiais didáticos para a abordagem da Natureza da Ciência na perspectiva da ciência cidadã na formação docente. Mais especificamente, na formação inicial de professores de Química.

Nesse sentido, foram elaborados materiais didáticos para a implementação da abordagem da Natureza da Ciência (NdC) no ensino de Química que culminaram na produção do material didático intitulado “Uma proposta para a abordagem da Natureza da Ciência (NdC) a partir do episódio histórico ‘A vida e as descobertas científicas de Marie Curie’ utilizando História em Quadrinhos como estratégia didática.” Este episódio conta a história de vida da cientista Marie Curie e suas descobertas através da sistematização dos aspectos da Natureza da Ciência.

Esses materiais didáticos foram avaliados por professores de Química em formação inicial. A partir dessa avaliação, foram identificadas contribuições e limitações do respectivo material didático.

Quanto às contribuições, foi destacado que o material didático contribui para o entendimento de que: o conhecimento científico tem caráter provisório; o conhecimento científico depende da observação, da evidência experimental, de argumentos racionais e do ceticismo, mas não unicamente; o conhecimento científico não é construído por um método universal; a ciência é uma forma de explicar os fenômenos naturais; as leis e teorias científicas desempenham papéis diferentes na ciência; as pessoas de todas as culturas contribuem para a ciência; as observações são carregadas de teorias. Além disso, a estratégia didática das Histórias em Quadrinhos pode ajudar nesse processo de entendimento; o episódio histórico pode contribuir para o reconhecimento do que aconteceu na descoberta dos elementos Rádio e Polônio; e a abordagem histórica da ciência pode contribuir para a abordagem da Natureza da Ciência no ensino de Ciências e da Química.

Quanto às limitações do material didático para a abordagem da Natureza da Ciência, tem-se: 1) o uso de uma única estratégia didática, dado que os estudantes aprendem de diferentes formas; 2) a não abordagem da teoria; 3) o conteúdo científico do material não é suficiente, necessitando de aulas sobre o mesmo que ocorrem concomitante com o uso do material didático.

A partir dos resultados desta pesquisa, pode-se sugerir objetos de investigação para pesquisas futuras, como, por exemplo, a análise de concepções de ciência de estudantes do ensino médio da educação básica a partir da implementação do respectivo material didático.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. S. **Research into STS Science Education**. Glen S. Educación Química, v.16, n. 3, 2005.

ALENCAR, T. de O. S.; NASCIMENTO, M. A. A. do.; ALENCAR, B. R. Hermenêutica dialética: uma experiência enquanto método de análise na pesquisa sobre o acesso do usuário à assistência farmacêutica. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v. 25, n. 2, 2012, pp.243-250.

ALMEIDA, A. V.; FARIAS, C. R. O. A Natureza da Ciência na formação de professores: reflexões a partir de um curso de licenciatura em ciências biológicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 3, pp. 473-488, 2011.

ARAÚJO, J. L., MORAIS, C., PAIVA, J. C. Citizen Science as a Pedagogical Tool in Chemistry Education: Students' Attitudes and Teachers' Perceptions. **Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education**, v. 18, n. 2, 2022.

BAGDONAS, A; ZANETIC, J; GURGEL, I. Críticas à visão consensual da Natureza da Ciência e a ausência de controvérsias na educação científica: o que é ciência, afinal? **XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**.

BEJARANO, N. R. R; BRAVO, A. A; BONFIM, C. S. Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 25, n. 4, pp. 967-982, 2019.

BOTAS, D; MOREIRA, D. A utilização dos materiais didáticos nas aulas de matemática – Um estudo no 1º ciclo. **Revista Portuguesa de Educação**, pp. 253-286, 2013.

BRITO, A. P. G.; OLIVEIRA; G. S. de.; SILVA, B. A. da. A importância da pesquisabibliográfica no desenvolvimento de pesquisas qualitativas na área de educação. **Cadernos da Fucamp**, v.20, n. 44, pp.1-15, 2021.

BRIZOLA, J.; FANTIN, N. Revisão da literatura e revisão sistemática da literatura. **Revista de Educação do Vale do Arinos - RELVA**, v. 3, n. 2, 2017.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. de; PRAIA, J.; VILCHES, A. A **necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CARDOSO, M. F.; SANTOS, A. C. B.; ALLOUFA, J. M; Sujeito, linguagem, ideologia mundo: técnica Hermenêutico-dialética para análise de dados qualitativos de estudos críticos em administração. **R. Adm. FACES Journal Belo Horizonte**. v. 14 n. 2 p. 74-93, 2015.

CARVALHO, L.S; MARTINS, A.F.P. Os quadrinhos nas aulas de Ciências Naturais: uma história que não está no gibi. **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 35, n. 21, p. 120-145, ano 2009.

DE ARAUJO PENITENTE, L. A. Professores e pesquisa: da formação ao trabalho docente, uma tessitura possível. Formação Docente – **Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores**, [S. l.], v. 4, n. 7, p. 19–38, 2018.

ERDMANN et al. A avaliação de periódicos científicos Qualis e a produção brasileira de artigos da área de enfermagem. **Revista Latino-Am Enfermagem**, v, 17, n. 3, pp 120-127, 2009.

FREITAS, L. M.; GHEDIN, E. L. NARRATIVAS DE FORMAÇÃO: origens, significados e usos na pesquisa-formação de professores. **Revista Contemporânea de Educação**, v. 10, n. 19, 2015.

GARCIA, C. M. Formação de professores: para uma mudança educativa. **Porto: Porto Editora**, 1999.

IMBERNON. F. **Formação Docente e Profissional**: formar-se para a mudança e a incerteza. 7. ed. São Paulo, Cortez, 2009.

IRWIN, A. **Citizen science**: a study of people, expertise, and sustainable development. London and New York: Routledge, 1995.

JAMAL, N.O.E.; GUERRA, A. O caso Marie Curie pela lente da história cultural da ciência: discutindo relações entre mulheres, ciência e patriarcado na educação em ciências. **Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 24, ano 2022.

JUNIOR, E.A.S; CALUZI, J.J. Considerações sobre o uso de histórias em quadrinhos como estratégia no ensino de Ciências da Natureza. **Revista Ibero-americana de Educação**, v. 94, n. 1, p. 97-114, 2024.

LEITE, M.R.V. Histórias em quadrinhos como material didático para aproximação da história e filosofia da ciência ao ensino dos elementos químicos. **UNESP**. Ano 2020.

LENDERMAN, N. G. Students' and teachers' 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.

LÓPEZ-IÑESTA, E.; QUEIRUGA, M.; GARCÍA-COSTA, D.; GRIMALDO, F. Citizen-science projects: an opportunity for scientific literacy and sustainability education. **Mètode Revista de difusió de la investigació**, v.12. p. 33-39, 2022.

MANASSERO-MAS, M.A.; BENNÀSSAR-ROIG, A.J.; VÁZQUEZ-ALONSO, A. Formar, enseñar y aprender sobre la práctica científica en primaria con un juego de cajas negras.

REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació, v. 14, n. 2, pp. 1–22, 2021. <https://doi.org/10.1344/reire2021.14.232607>

MCCOMAS, W. F.; CLOUGH, M. P.; ALMAZROA, H. The Role and Character of the Nature of Science in Science Education. In: MCCOMAS, W. F. **The Nature of Science in Science Education**: rationales and strategies. California: Kluwer Academic Publishers, 2002.

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

MORAES, M. C. Do ponto de interrogação ao ponto: a utilização dos recursos da internet na educação pela pesquisa. In: MORAES, R. de.; LIMA, V. M. do R. (Orgs.). **Pesquisa em sala de aula**: tendências para a educação em novos tempos. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

OLIVEIRA, M. M. **Metodologia Interativa: um processo hermenêutico dialético**. Interfaces Brasil/Canadá, Porto Alegre, v.1, n.1, 2001.

PEDUZZI, L. O. Q.; RAÍCIK, A. C. Sobre a Natureza da Ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, pp. 19-55, 2020.

PINTO, J. A. F.; SILVA, C. C. Natureza da Ciência no ensino: entre a pesquisa acadêmica e as orientações oficiais para a educação básica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 27, e21056, 2021.

ROSA, L. M. R; SUART, R. C; MARCONDES, M. E. R. Regência e análise de uma sequência de aulas de química: contribuições para a formação inicial docente reflexiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 1, p. 51-70, 2017.

SASSERON, L.; CARVALHO, ANNA. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de Ciências**. São Paulo, V16(1), pp. 59-77, 2011.

SCHNEIDER, E. M.; FUJII, R.A.X.; CORAZZA, M. J. Pesquisas quali-quantitativas: contribuições para a pesquisa em ensino de ciências. **Revista Pesquisa Qualitativa**. São Paulo (SP), v.5, n.9, pp. 569-584, 2017.

SILVA, C.C.; MOURA, B.A. A natureza da ciência por meio do estudo de episódios históricos: o caso da popularização da óptica newtoniana. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, 2008.

SOUZA, M. T. de; SILVA, M. D. da; CARVALHO, R. de. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Revista Einstein**, v. 8, n. 1, pp. 102-106, 2010.

STRASSER, B. J., BAUDRY, J., MAHR, D., SANCHEZ, G., TANCOIGNE, E. Citizen-Science? Rethinking Science and Public Participation”. **Science & Technology Studies**, v. 32, n. 2, 2019.

TEXEIRA, O. P. B. A Ciência, a Natureza da Ciência e o Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 4, p. 851-854, 2019.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO PRÓ-
REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)**

Convidamos o(a) Sr.(a)_____ para participar como voluntário (a) da pesquisa Abordagem da Natureza da Ciência (NdC) para o ensino de química na perspectiva da ciência cidadã: uma análise na formação docente. Esta pesquisa é de responsabilidade da pesquisadora Wirolhayne Carla de Freitas, Rua Nova Esperança H, 68, Pixete, São Lourenço da Mata - PE CEP: 54730660. Contatos: layne.cfreitass@gmail.com (81) 9 86550398 e está sob orientação da Prof^a Dr^a Ruth do Nascimento Firme nos contatos: (81) 3320 5414 e ruthquimica.ufrpe@gmail.com.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável pela pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos assine ao final deste documento.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

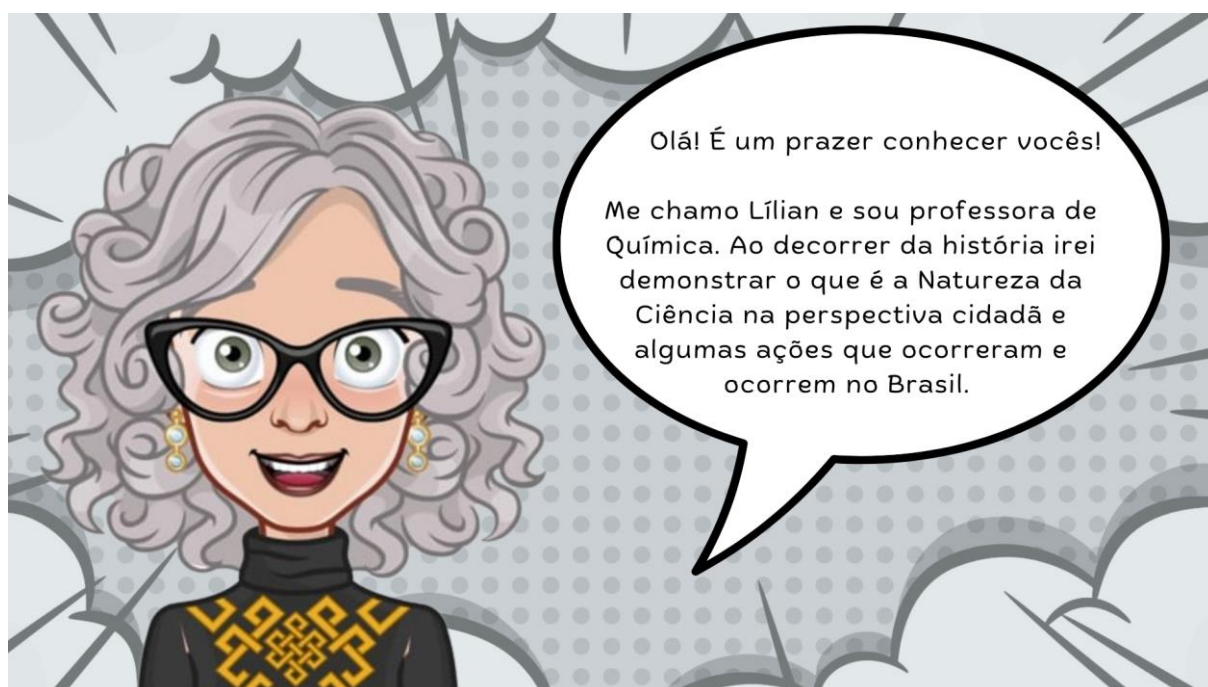
APÊNDICE B – HISTÓRIAS EM QUADRINHOS INTITULADO “A NATUREZA DA CIÊNCIA NA VIDA E NAS DESCOBERTAS CIENTÍFICAS DE MARIE CURIE

HISTÓRIA EM QUADRINHOS

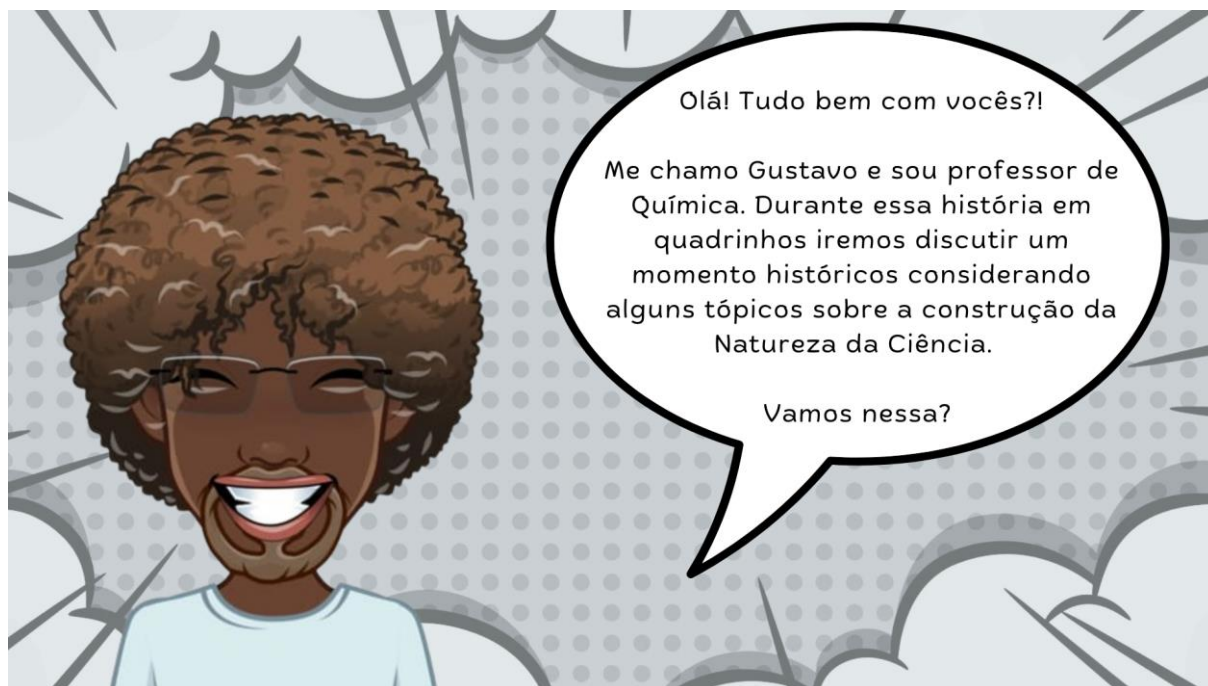
A NATUREZA DA CIÊNCIA NA VIDA E NAS DESCOBERTAS CIENTÍFICAS DE MARIE CURIE



Figura: PNG EGG

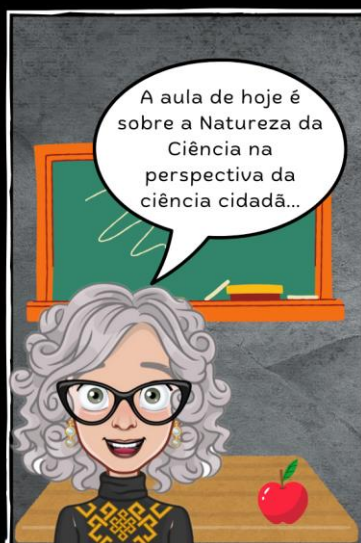


4





A Natureza da Ciência na perspectiva cidadã



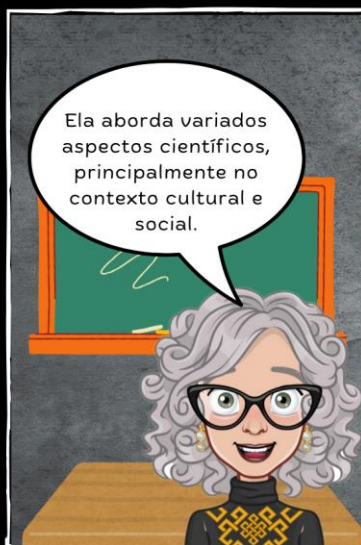
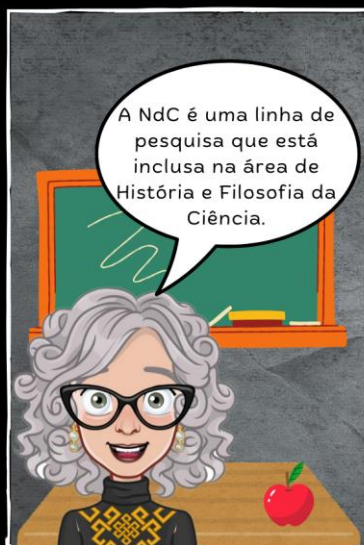
02

A Natureza da Ciência na perspectiva cidadã



03

A Natureza da Ciência na perspectiva cidadã

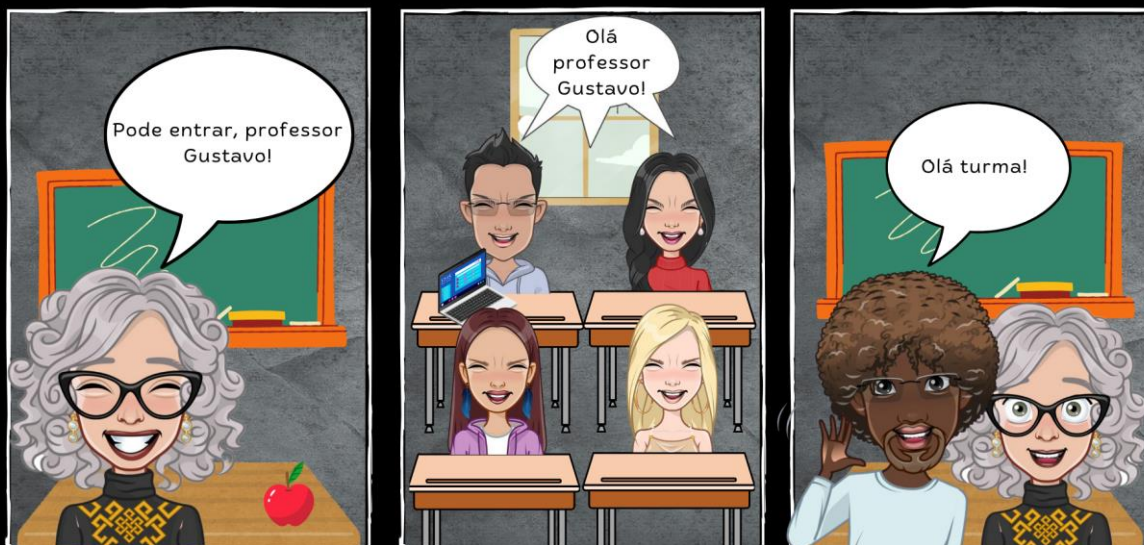


04



05

A Natureza da Ciência na perspectiva cidadã



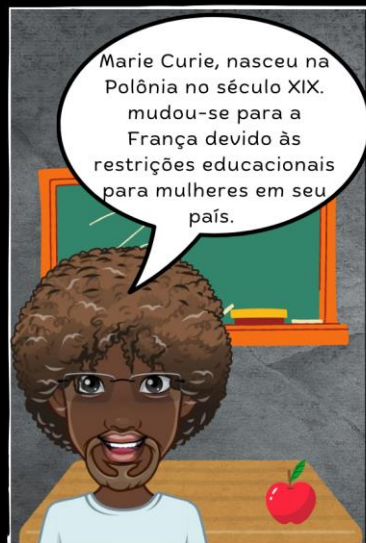
06

A Natureza da Ciência na vida e nas descobertas científicas de Marie Curie



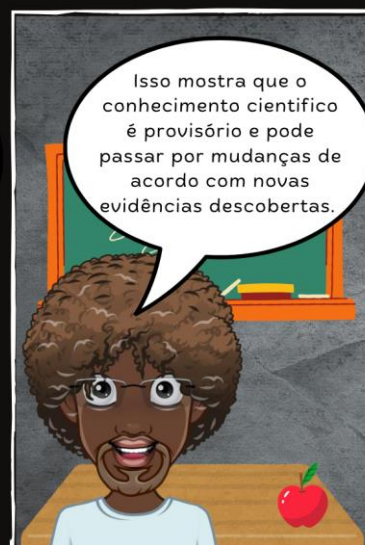
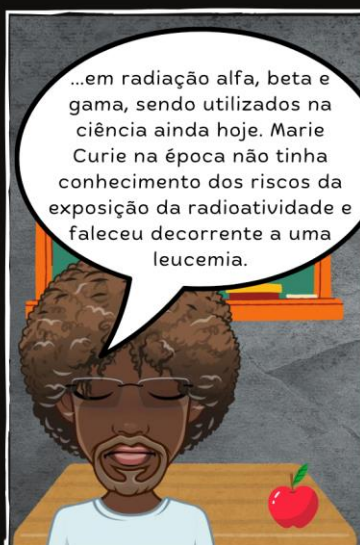
07

A Natureza da Ciência na vida e nas descobertas científicas de Marie Curie

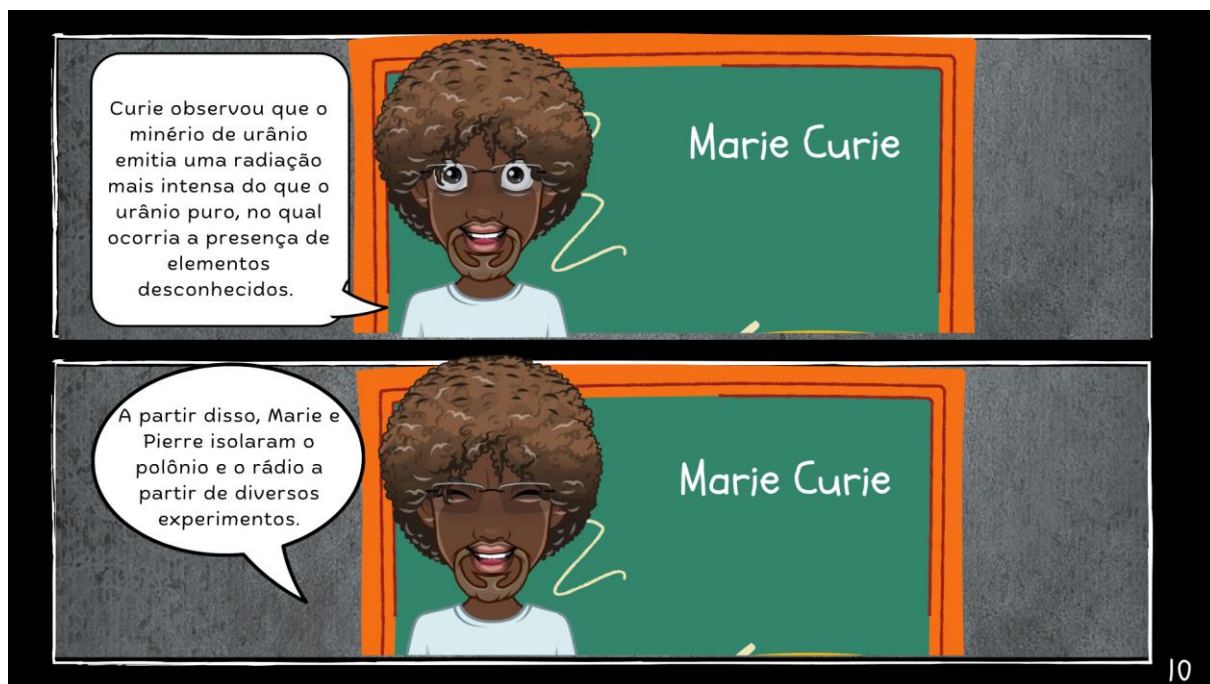


08

A Natureza da Ciência na vida e nas descobertas científicas de Marie Curie

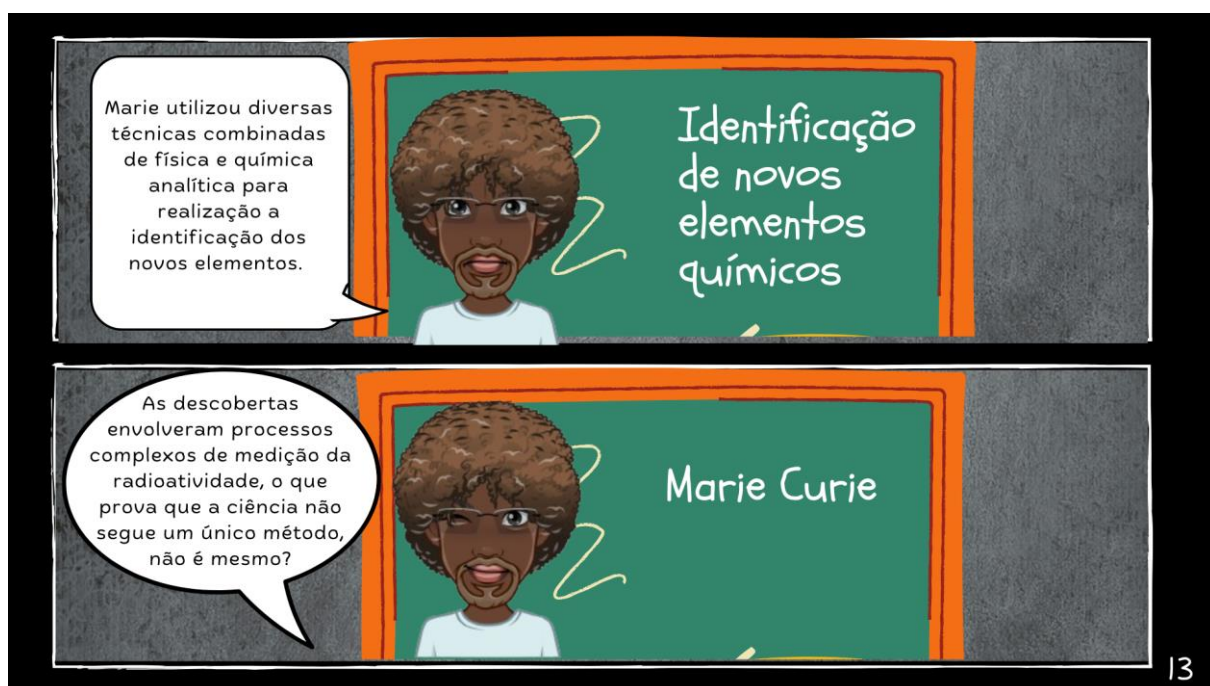
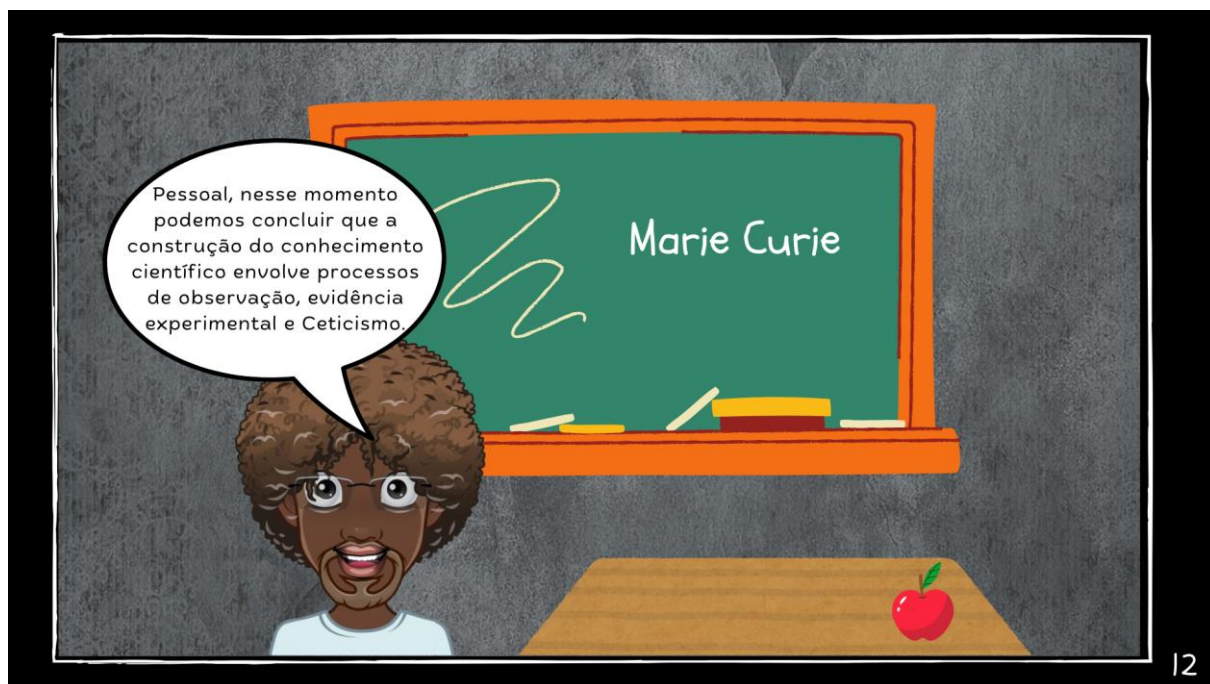


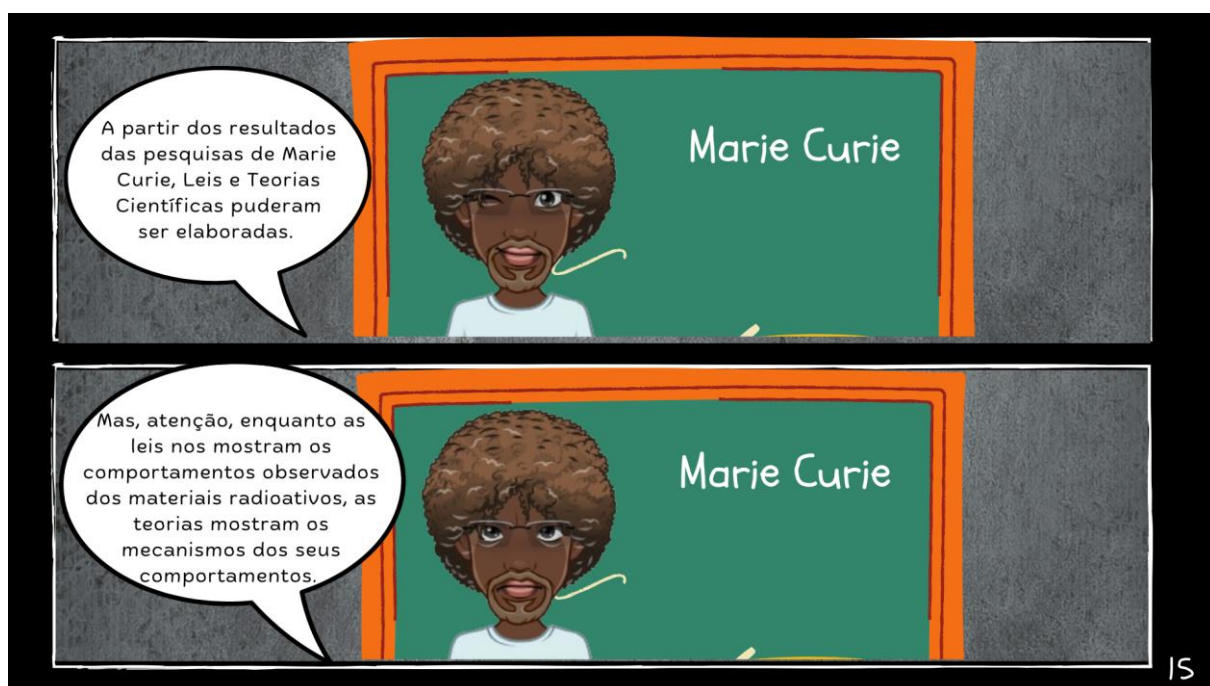
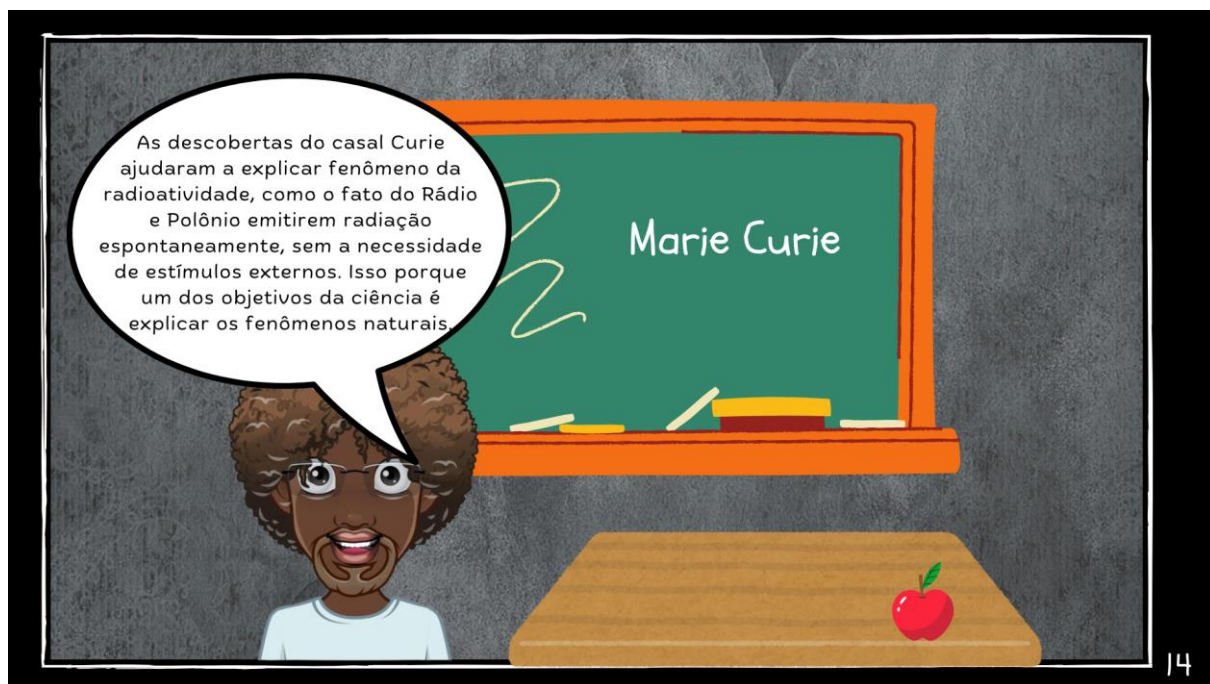
09



A Natureza da Ciência na vida e nas descobertas científicas de Marie Curie

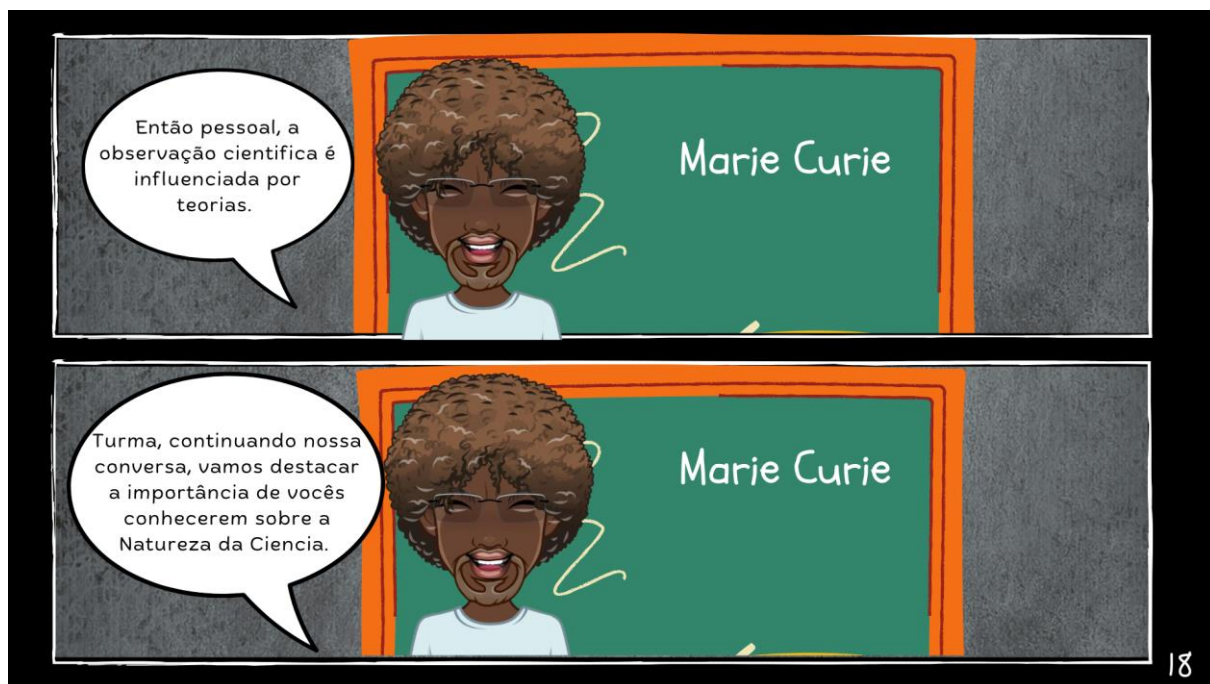






A Natureza da Ciência na vida e nas descobertas científicas de Marie Curie



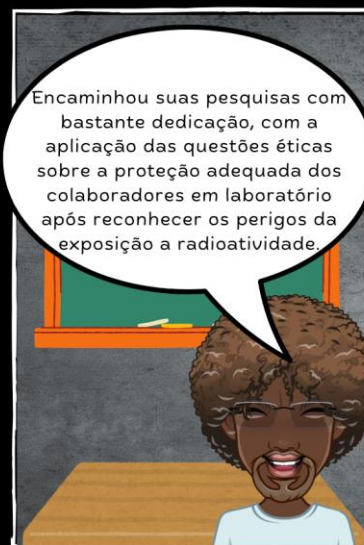
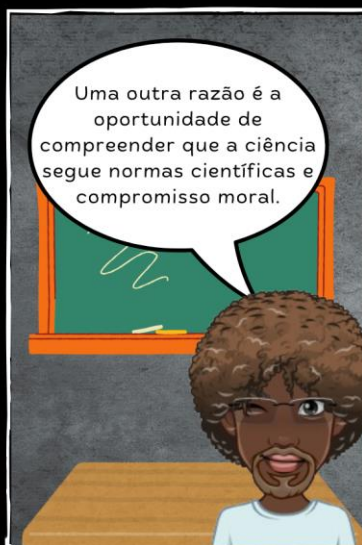
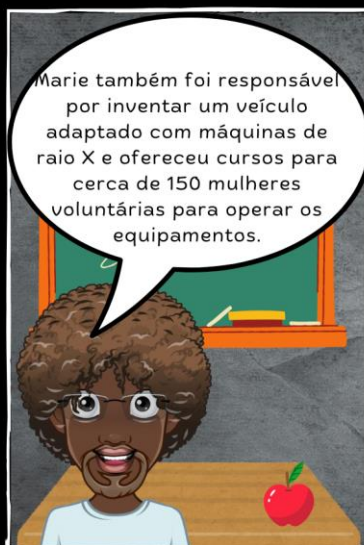




A Natureza da Ciência na vida e nas descobertas científicas de Marie Curie



A Natureza da Ciência na vida e nas descobertas científicas de Marie Curie



22

A Natureza da Ciência na vida e nas descobertas científicas de Marie Curie



23

A Natureza da Ciência na vida e nas descobertas científicas de Marie Curie



FIM

24

Aspectos discutidos na parte teórica do material:

O Conhecimento Científico tem Caráter Provisório;
 Observação, Evidência Experimental e Ceticismo;
 O Conhecimento Científico Não é Construído por um Método Universal;
 A Ciência Explica os Fenômenos Naturais;
 Leis e Teorias Científicas;
 Contribuições Culturais para a Ciência;
 Observações Carregadas de Teoria.



Ferramentas utilizadas

Criação dos avatares: Mirror (app)
Criação dos quadrinhos: Canva

