

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

CAROLINE KETLYN MARTINS DA SILVA

**O ENSINO DE RADIOATIVIDADE EM AULAS DE QUÍMICA: POSSIBILIDADES
E LIMITAÇÕES DA UTILIZAÇÃO DE UM MATERIAL DIDÁTICO**

RIO BRANCO/ACRE
2026

CAROLINE KETLYN MARTINS DA SILVA

**O ENSINO DE RADIOATIVIDADE EM AULAS DE QUÍMICA: POSSIBILIDADES
E LIMITAÇÕES DA UTILIZAÇÃO DE UM MATERIAL DIDÁTICO**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação – Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (MPECIM) da Universidade Federal do Acre, como exigência para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Linha de Pesquisa: Recursos e Tecnologias no Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Gahelyka Aghta Pantano Souza

RIO BRANCO/ACRE
2026

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

S586e Silva, Caroline Ketlyn Martins da, 1995 -

O ensino de radioatividade em aulas de química: possibilidades e limitações da utilização de um material didático / Caroline Ketlyn Martins da Silva; orientadora: Profa. Dra. Gahelyka Aghta Pantano Souza. – 2026.

100 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (MPECIM). Rio Branco, 2026.

Inclui referências bibliográficas e apêndice.

1. Química – Estudo e ensino. 2. Radioatividade. 3. Práticas pedagógicas. I. Souza, Gahelyka Aghta Pantano (orientadora). II. Título.

CDD: 510.7



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

ATA DE DEFESA DE MESTRADO

Nº 05/2025

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE **CAROLINE KETLYN MARTINS DA SILVA**, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA, REALIZADA NO DIA 23 DE FEVEREIRO DE DOIS MIL E VINTE E SEIS, PELO GOOGLE MEET.

Aos vinte e no sete dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte e seis, 14 horas, foi realizada a sessão pública de defesa da dissertação de mestrado do discente **Caroline Ketlyn Martins da Silva**, no âmbito do Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, realizada pelo *Google Meet*. A banca examinadora foi composta pelos seguintes membros: **Profa. Dra. Gahelyka Aghta Pantano Souza** – UFSCar (Orientadora/Presidente); **Profa. Dra. Bianca Martins Santos** – UFAC (Membro Interno); **Profa. Dra. Evelyn Jeniffer de Lima Toledo** – UnB (Membro Externo); **Prof. Dr. Antonio Igo Barreto Pereira** – UFAC (Membro Suplente). A discente apresentou sua dissertação intitulada: "**O Ensino de Radiotividade em Aulas de Química: Possibilidades e Limitações da Utilização de um Material Didático**". Ao término da arguição, a sessão foi suspensa as 15 horas e 45 minutos, para deliberação em sessão secreta dos membros da banca. Após análise e discussão, os examinadores atribuíram o resultado. Reaberta a sessão pública, foi anunciado o parecer final, sendo a discente **APROVADA**. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata, que segue assinada pelos membros da banca examinadora e pelo mestrando.

PARECER DA BANCA EXAMINADORA

DISSERTAÇÃO: Atender as orientações da banca realizando as correções e adequações indicadas. Considerando que se trata de uma pesquisa destinada aos professores da rede básica de ensino.

PRODUTO EDUCACIONAL: Atender as orientações da banca realizando as correções e adequações indicadas. Corrigindo as analogias e os conceitos químicos e físicos apresentados, bem como as imagens adicionadas.

(X) Aprovada () Reprovada

Rio Branco, 23 de fevereiro de 2026.

Assinado Eletronicamente PROFA. DRA. GAHELYKA AGHTA PANTANO SOUZA Orientadora/Presidente (UFSCar)	Assinado Eletronicamente PROFA. DRA. BIANCA MARTINS SANTOS Membro Interno (UFAC)
Assinado Eletronicamente PROFA. DRA. EVELYN JENIFFER DE LIMATOLEDO Membro Externo (UnB)	Assinado Eletronicamente PROF. DR. ANTONIO IGO BARRETO PEREIRA Membro Suplente (UFSCar)
Assinado Eletronicamente CAROLINE KETLYN MARTINS DA SILVA Mestranda PPGPECIM	



Documento assinado eletronicamente por **Gahelyka Aghta Pantano Souza**, **Usuário Externo**, em 24/02/2026, às 03:19, conforme horário de Rio Branco - AC, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Evelyn Jeniffer de Lima Toledo**, **Usuário Externo**, em 24/02/2026, às 20:02, conforme horário de Rio Branco - AC, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Profª. Bianca Martins Santos**, **Professora do Magisterio Superior**, em 02/03/2026, às 14:44, conforme horário de Rio Branco - AC, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Caroline Ketlyn Martins da Silva**, **Aluna**, em 05/03/2026, às 15:10, conforme horário de Rio Branco - AC, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.ufac.br/sei/valida_documento ou click no link [Verificar Autenticidade](#) informando o código verificador **1968595** e o código CRC **C4335D2D**.

Rod. BR-364 Km-04 - Bairro Distrito Industrial
CEP 69920-900 - Rio Branco-AC
- <http://www.ufac.br>

Referência: Processo nº 23107.000362/2026-55 SEI nº 1968595

Ata de Defesa 5 Caroline Ketlyn Martins da Silva (1968595) SEI 23107.000362/2026-55 / pg. 2

RESUMO

A pesquisa em ensino de química tem se concentrado em estratégias e abordagens que otimizem o processo de ensino aprendizagem. Nesse contexto, a proposta de um Guia direcionado aos professores da educação básica, contendo sugestões e ideias para aplicação de conteúdos, emerge como uma alternativa relevante. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa é o de compreender as possibilidades e limitações da utilização de um material didático para o ensino de Radioatividade em aulas de Química. Com abordagem metodológica de uma pesquisa qualitativa, do tipo exploratória, a pesquisa foi realizada com seis professores de química que atuam na rede pública de ensino do município de Rio Branco/AC. Os instrumentos utilizados na coleta dos dados, foram o questionário diagnóstico, a proposta de sequência didática presente no Guia Didático e a ficha de avaliação do produto educacional (guia didático). Os principais resultados indicam que o Guia Didático contribuiu de forma expressiva para a prática docente ao oferecer uma estrutura flexível e contextualizada, superando a abordagem superficial e muitas vezes negativa presente em livros tradicionais. O material favoreceu a compreensão de conceitos abstratos por meio de analogias, estudos de caso e atividades práticas. Além disso, integrou a história da ciência como um organizador prévio eficaz, humanizando o conhecimento científico e promovendo uma aprendizagem mais significativa. Também ampliou a diversidade de estratégias de ensino, estimulando a participação ativa dos alunos e a reflexão crítica sobre os impactos sociocientíficos da radioatividade. Conclui-se que o produto educacional desenvolvido se apresentou como um recurso pedagógico viável e eficaz para qualificar o ensino de radioatividade, alinhando-se aos princípios da aprendizagem significativa. Entretanto, suas limitações, estão atreladas a fatores contextuais da escola, como a carga horária reduzida das aulas de química e a necessidade de adaptação de acordo com a realidade da escola e dos alunos, por parte do professor/a. A pesquisa evidencia, a importância da utilização de materiais didáticos que sejam, simultaneamente, estruturados e flexíveis, capazes de apoiar o professor na construção de um ensino significativo, crítico e alinhado à realidade dos alunos.

Palavras-chave: Radioatividade, Guia didático, Ensino de Química.

ABSTRACT

Research in chemistry education has focused on strategies and approaches that optimize the teaching-learning process. In this context, the proposal of a Guide aimed at basic education teachers, containing suggestions and ideas for the application of content, emerges as a relevant alternative. Thus, the objective of this research is to understand the possibilities and limitations of using a didactic material for teaching Radioactivity in Chemistry classes. Using a qualitative, exploratory research approach, the research was conducted with six chemistry teachers working in the public school system in the municipality of Rio Branco/AC. The instruments used in data collection were a diagnostic questionnaire, the proposed didactic sequence present in the Didactic Guide, and an evaluation form for the educational product (didactic guide). The main results indicate that the Didactic Guide contributed significantly to teaching practice by offering a flexible and contextualized structure, overcoming the superficial and often negative approach present in traditional textbooks. The material favored the understanding of abstract concepts through analogies, case studies, and practical activities. In addition, it integrated the history of science as an effective advance organizer, humanizing scientific knowledge and promoting more meaningful learning. It also broadened the diversity of teaching strategies, stimulating active student participation and critical reflection on the socio-scientific impacts of radioactivity. It is concluded that the educational product developed presented itself as a viable and effective pedagogical resource for improving the teaching of radioactivity, aligning with the principles of meaningful learning. However, its limitations are linked to contextual factors of the school, such as the reduced class time for chemistry classes and the need for adaptation by the teacher according to the reality of the school and the students. The research highlights the importance of using didactic materials that are simultaneously structured and flexible, capable of supporting the teacher in constructing a meaningful, critical, and aligned teaching with the reality of the students.

Keywords: Radioactivity, Teaching guide, Chemistry Teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Capa do capítulo 1 do guia didático.....	30
Figura 2: Capa do capítulo 2.....	32
Figura 3: Capa do capítulo 3.....	33
Figura 4: Capa do capítulo 4.....	34
Figura 5: Capa do capítulo 5.....	35
Figura 6: Capa do produto educacional.....	36
Figura 7: Sumário.....	37
Figura 8: Apresentação do Produto.....	38
Figura 9: Instruções para a utilização do guia.....	39
Figura 10: Ilustração da página 18.....	51
Figura 11: Sequência Didática – 3ª hora/aula	52
Figura 12: Exemplo para explicar a Fusão de Goku e Vegeta.....	55
Figura 13: Proposta de utilização de filmes.....	56
Figura 14: Proposta de Experimento Apresentado no Guia.....	63
Figura 15: Aplicação do experimento na sequência.....	64
Figura 16: Proposta de atividade 2.....	69
Figura 17: Proposta de atividade 3.....	70
Figura 18: 3ª hora da sequência didática.....	71

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Crescimento no número de teses e dissertações sobre radioatividade.....	24
Gráfico 2: Publicações por regiões do Brasil.....	25

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Dissertações e Teses Analisadas	22
Quadro 1: Dissertações e Teses Analisadas.....	21
Quadro 2: Categorias e definições.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Natureza da pesquisa nos trabalhos sobre Radioatividade.....	25
Tabela 2: Instrumentos de Coleta de Dados nos Trabalhos sobre Radioatividade.....	26
Tabela 3: Tipos de Pesquisa Qualitativa.....	27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 MEMORIAL	11
1.2 ATUAÇÃO NA SALA DE AULA	12
2. ENSINO DE QUÍMICA: REFLEXÕES SOBRE A AULA	14
2.2 ANÁLISE DA PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE RADIOATIVIDADE	21
3. PRODUTO EDUCACIONAL – RADIOATIVIDADE NO ENSINO MÉDIO: ABORDAGENS DIDÁTICAS PARA PROFESSORES DE QUÍMICA	32
4. METODOLOGIA DA PESQUISA	43
4.1 NATUREZA DA PESQUISA	43
4.2 CONTEXTO E PARTICIPANTES DA PESQUISA	43
4.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	44
4.4 PROCEDIMENTOS DE CONSTITUIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	45
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1 – PRIMEIRA ETAPA: PRÉ-ANÁLISE: ORGANIZAÇÃO E DELIMITAÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE	47
5.2 SEGUNDA ETAPA: CODIFICAÇÃO E DEFINIÇÃO DAS CATEGORIAS	48
5.3 TERCEIRA ETAPA – ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	49
5.3.1 Categoria 1 - Percepção sobre a Importância do Tema Radioatividade	50
5.3.2 Categoria 2 - Dificuldades de Aprendizagem Percebidas nos Alunos	53
5.3.3 Categoria 3 - Desafios Enfrentados pelo Professor no Ensino dos Conceitos de Radioatividade	57
5.3.4 Categoria 4 - Estratégias e Recursos Didáticos Utilizados para o Ensino de Radioatividade	62
5.3.5 Categoria 5 - Uso da História da Ciência para Ensinar Radioatividade	66
5.3.6 Categoria 6 - Avaliação dos Livros e Materiais Didáticos	69
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
REFERÊNCIAS	80
APÊNDICES	85

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO PARA PROFESSORES DE QUÍMICA	85
APÊNDICE B – INSTRUMENTO DE VALIDAÇÃO	90
APÊNDICE C – SEQUÊNCIA DIDÁTICA – ROTA DE APROFUNDAMENTO	96

1. INTRODUÇÃO

1.1 MEMORIAL

Desde a época que estudava no ensino médio, sempre gostei da área das Ciências da Natureza; boa parte desse interesse foi motivado pela minha mãe, que é professora de Biologia e Química e sempre dizia que era algo fantástico, mas também, porque os assuntos me chamavam a atenção. Fui percebendo então que a Química apresentava situações que estavam presentes no meu cotidiano, e que eu gostava de falar para outras pessoas sobre ela, e gostava de explicar. A partir daí, fui criando o interesse em me graduar nesta área. Não só pelas notas boas, mas porque eu me sentia interessada em saber mais, e queria compartilhar com outras pessoas.

Ao entrar na graduação, meus primeiros semestres foram um pouco desastrosos em relação às disciplinas que envolviam cálculo, mas ao mesmo tempo estava aprendendo mais sobre esta área que hoje eu acredito ser a explicação para todas as coisas que vemos. No segundo semestre da faculdade entrei no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e por meio das atividades do Programa, pude adentrar na sala de aula juntamente com os professores supervisores, percebia que em algumas aulas, enquanto o professor ensinava, eu pensava sempre em um modo diferente de abordar aquelas informações que ele mostrava aos alunos. Seja na forma de jogos ou apenas em maneiras diferentes de usar as palavras, com mais ilustrações e menos textos para copiar. Então visualizei a oportunidade de realmente ser professora, e mostrar aos meus futuros alunos a chance de conhecer a Química com um olhar diferente, como a Ciência que vai explicar tudo que acontece ao nosso redor.

Foi então que após o término da faculdade, decidi buscar no Mestrado o aperfeiçoamento das metodologias de ensino que conheço, ao mesmo tempo em que poderei compreender novas propostas e recursos de ensino, e ainda assim fazer com que meus alunos se sintam interessados e motivados a aprender sobre a Química, e em especial sobre a Radioatividade.

1.2 ATUAÇÃO NA SALA DE AULA

Depois que comecei a trabalhar como professora de Química, notei que talvez por ignorância ou falta de estudo das pessoas em geral, deixamos de compreender vários fenômenos que estão ao nosso redor, e que talvez sejam difíceis de serem entendidos pois as reações que acontecem no campo submicroscópico não podem ser vistas a olho nu. Percebi que alguns assuntos ainda eram vistos erroneamente, como por exemplo, a Radioatividade. Nas aulas que presenciei antes de me formar, seja no PIBID ou nos estágios, este assunto era ensinado e aprendido em uma perspectiva quase sempre equivocada, que remetia a danos físicos e ambientais, sem nenhuma contribuição tecnológica e social. As aulas, na sua maioria, sempre destacavam os acidentes nucleares.

Diante da relevância da temática radioatividade, surge como questão principal da pesquisa a seguinte indagação: Quais as possibilidades e limitações da utilização de um guia didático para o ensino de Radioatividade em aulas de Química?

Para responder a essa problemática, nos pautamos na Teoria da Aprendizagem significativa de Ausubel que se baseia na conexão com conhecimentos prévios, de modo a relacionar o novo com o já existente na mente do aprendiz. Dessa forma, o aprendizado se torna relevante e significativo, ampliando a estrutura cognitiva com a incorporação de novas ideias. Sendo caracterizada como uma teoria cognitivista, que busca compreender como o ser humano conhece o mundo e como o conteúdo pode ser utilizado para responder problemas que lhe são de interesse.

Além de Ausubel, utilizaremos Bruner pois acreditava de maneira genuína, que seria viável instruir qualquer criança em qualquer fase do seu desenvolvimento sobre qualquer assunto. Para ele, conforme apresentado por Moreira (2023), ao considerar o progresso intelectual infantil, o papel do professor ao ensinar um tema específico é traduzir a essência desse conteúdo de acordo com a percepção da criança sobre o mundo. De acordo com Bruner, o foco ao ensinar um tema deve ser na estrutura, ideias e conexões essenciais presentes.

Para referências principais foi utilizado Moreira (2023), pois, apresenta a ideia de que para melhorar o processo de ensino é importante que o professor compreenda as diferentes teorias educacionais, os variados métodos que podem

favorecer a aprendizagem, as fases do desenvolvimento intelectual dos estudantes e a forma de utilizar as abordagens e técnicas mais apropriadas em cada situação.

Dessa forma, o objetivo desta pesquisa é o de compreender as possibilidades e limitações da utilização de um material didático para o ensino de Radioatividade em aulas de Química, o qual se desdobra em outros três objetivos específicos, a saber:

- Elaborar e aplicar um material didático para o ensino de Radioatividade em aulas de Química;
- Investigar as possibilidades e limitações da utilização de um material didático para o ensino de Radioatividade em aulas de Química.
- Analisar as contribuições do guia didático para a prática docente.

A pesquisa está organizada em seções. A primeira seção é a Introdução, na qual são apresentadas a motivação e a justificativa que fomentaram as primeiras discussões sobre a temática da Radioatividade, além disso, apresenta-se ainda na primeira seção, o problema da pesquisa, o objetivo geral e os objetivos específicos.

A segunda seção denominada, O Processo de Ensino Aprendizagem para Aulas de Química, aborda concepções teóricas de autores que discutem o processo ensino e aprendizagem (Moreira, 2023), bem como da aprendizagem significativa (Ausubel, 1963). Apresenta-se ainda, a aprendizagem para a Química, bem como o ensino de Química (Finger; Bedin, 2019) e o ensino da Radioatividade (Tavares, 2017).

A terceira seção, Produto Educacional – Guia didático para ensinar Radioatividade. busca apresentar o produto elaborado, destacando seu objetivo, sua organização e metodologia, trazendo propostas de utilização de metodologias alternativas, ferramentas como animações curtas sobre o tema e uma ideia de sequência didática que poderá ser utilizada posteriormente pelo professor. A quarta seção, Metodologia da Pesquisa, descreve como a pesquisa foi realizada, destacando a abordagem qualitativa do tipo exploratória, o contexto pesquisado, os participantes da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados bem como seu método de análise. Já a quinta seção mostra como foi o resultado da aplicação do guia didático por seis professores que aceitaram participar da pesquisa, sendo discutido as respostas mediante os formulários enviados aos professores. Por fim, estão as referências e os apêndices que compõem o trabalho.

2. ENSINO DE QUÍMICA: REFLEXÕES SOBRE A AULA

Uma aula é um encontro de aprendizagem que ocorre quando um educador constrói saberes e competências com seus estudantes. Nesse momento, o professor explora temas específicos de uma matéria em particular. De maneira geral, a dinâmica de um encontro de aprendizagem inclui o educador abordando um assunto, detalhando sua definição, posteriormente, ele ilustra o tema com situações concretas, atividades práticas em que os estudantes realizam exercícios com o objetivo de consolidar o conhecimento construído. É importante que a aula seja planejada com antecedência para auxiliar o estudante a alcançar suas metas educacionais. Conforme Souza (2022), a aula é organizada em torno de um tema principal, seguindo uma estrutura predefinida.

O ensino é uma prática pedagógica cujo propósito é compartilhar saberes e competências de um educador para com seu aluno. É um instante de proximidade entre o mestre e os aprendizes, no qual são explorados temas particulares de uma matéria específica.

As lições podem acontecer em vários locais, como salas de aula convencionais, laboratórios, bibliotecas, ou mesmo através da internet, utilizando plataformas de educação a distância. Em qualquer lugar, as aulas representam uma chance para os estudantes construírem conhecimento e aprimorarem suas capacidades mentais.

Segundo Zabala (1998), a prática de ensino é um processo complexo, dinâmico e desafiador de ser delimitado por meio de diretrizes simples, sendo influenciada por diversos fatores, métodos de ensino e concepções educacionais. O autor considera ainda, que cada aula é como um ambiente único, com suas próprias dinâmicas, relações interpessoais e recursos didáticos, por isso é importante avaliá-las individualmente.

A reflexão sobre a aula não deve se restringir apenas ao momento em que ocorre, mas deve começar no planejamento e se estender após sua realização. Existem diversos aspectos a considerar, desde as tarefas propostas, passando pelo tipo de material utilizado, interação com os alunos, organização do tempo e espaço, além da explicação e intervenção do professor. No entanto, boas atividades não

garantem boas aulas. As atividades devem ser analisadas tanto quanto o planejamento, a execução e a avaliação do processo educativo.

Há uma variedade de modalidades de ensino, cada uma com suas particularidades e metas singulares. Para Zabala (1998) e Andreato (2019) a aula expositiva, é uma das maneiras mais frequentes de conduzir uma aula, em que o educador expõe o conteúdo de forma verbal, é caracterizada pela comunicação de um só sentido, onde o educador discursa e os estudantes ouvem. Essa metodologia possibilita a transmissão de conhecimento para muitos alunos ao mesmo tempo, sendo eficaz em turmas numerosas ou em situações com poucos recursos.

Na maioria das vezes, os estudantes apenas recebem informações sem ter muitas chances de participar ativamente das atividades em sala de aula. Já a aula expositiva dialogada, é um método de ensino em que o educador encoraja a participação ativa dos estudantes, fomentando conversas e análises sobre o assunto. Nessa modalidade de aula, o professor desempenha o papel de facilitador, estimulando a interação de ideias e o aprimoramento do raciocínio crítico.

Ausubel (2003), defende a aula expositiva dialogada como um método válido, argumentando que os problemas geralmente associados a essa abordagem não são intrínsecos a ela, mas sim consequência de seu mau uso. Entre as falhas, segundo Ausubel (2003), que contribuíram para seu descrédito estão: o emprego de estratégias de comunicação verbal com estudantes em estágios precoces de desenvolvimento cognitivo; a exposição de dados de maneira caótica e sem uma ordem de importância clara; a ausência de conexão com os temas previamente abordados; e a aplicação de modalidades de avaliação que se concentram exclusivamente na habilidade de memorizar informações isoladas e repetir conceitos sem considerar a origem do conhecimento.

Segundo Bruner (2003), o aluno não deve ser apenas receptivo durante a exposição, mas sim ativo ao buscar informações, criar suposições e avaliar essas informações durante o processo de aprendizagem por descoberta. Para Ausubel (2003), a forma de aprender por meio da recepção verbal não é necessariamente mecânica, conforme afirmado por Bruner (1973), da mesma forma que aprender por meio da descoberta não é sempre significativo. Tanto realizando experimentos em laboratório quanto resolvendo problemas, se o aluno apenas executar as atividades e solucioná-las corretamente sem compreender os conceitos e princípios

envolvidos, a aprendizagem será mecânica e não significativa não levando em conta a variedade de saberes dos estudantes.

Considerando a perspectiva de Zabala (1998) e Andreatta (2019), a aula expositiva dialogada é caracterizada por apresentar informações de forma participativa, com a colaboração ativa dos estudantes. O educador nesse contexto, desempenha o papel de facilitador, promovendo debates, análises e dúvidas. Conforme descrito pelo próprio significado, é uma técnica de ensino em que os conteúdos são expostos, porém, com a participação ativa dos alunos. Nesse sentido, o professor desempenha o papel de mediador, incentivando discussões, reflexões e questionamentos sobre o tema em estudo, considerando sempre o conhecimento prévio dos estudantes.

Durante a aula expositiva dialogada o educador não apenas compartilha conteúdo, mas também incentiva a interação dos estudantes. Existe uma constante troca de ideias, possibilitando que os alunos expressem seus pensamentos, levantem questões e compartilhem experiências anteriores. Incentiva a reflexão analítica. Além disso, estimula a edificação em conjunto do saber e enriquece o processo de ensino aprendizagem. A interação em sala de aula, conforme Ausubel (2003), proporciona uma forma interessante e significativa de aprendizado. A troca constante de ideias possibilita que os estudantes construam significados e estabeleçam conexões entre os conteúdos e suas vivências.

Esse formato de aula representa um progresso no ensino, ultrapassando a habitual aula expositiva. Autores como Anastasiou (1998) e Vasconcellos (1996), ressaltam que essa perspectiva contempla o envolvimento ativo dos estudantes, a valorização das sugestões e *feedback* dos alunos e a alteração no comportamento do educador. Olhando sob a perspectiva ainda de Ausubel (1963) e Brunner (1973), é possível citar como vantagem desse tipo de aula o envolvimento ativo dos alunos, o papel do professor como incentivador da interação, levando em conta o entendimento prévio dos estudantes, além de estimular a maior participação e introspecção dos alunos e professores no processo de construção do conhecimento em contrapartida ao método expositivo.

Um tema que vem sendo debatido e criticado em pesquisas realizadas na área de ensino e educação, é a permanência do ensino meramente expositivo, que geralmente, implica em uma prática pedagógica de repetição e memorização, ainda

comum nos componentes curriculares, e que resulta em uma aprendizagem pouco significativa.

Segundo Almeida e seus colaboradores (2023),

Aprender sempre foi um desafio para todo estudante. Principalmente quando é proposta de forma obrigatória e o que deveria ser algo construtivo, tornava impositivo e o simples fato de executar de forma repetitiva era o principal objetivo. Assim era a tradicionalidade para muitos cenários presentes na educação, reproduzido por décadas, no papel do professor detentor do saber (Almeida *et al.*, 2023, p.175).

Com o passar do tempo, surgiram novos ambientes educacionais, novas metodologias de ensino, novas tecnologias foram gradualmente incorporadas nas salas de aula e, como resultado, surgiram novas competências profissionais.

Em particular no ensino de Química, os estudantes têm apresentado dificuldades de relacionar a teoria aprendida em sala de aula com o cotidiano, pois muitas vezes a teoria científica é entendida como algo que só existe nos laboratórios e em espaços universitários (Wagner, Branco; Lugokenski, 2022). Silva, Neta e Vilanova (2018), acrescentam que no ensino de Química, existe uma linguagem própria, onde os conceitos, símbolos e códigos são, por sua vez, difíceis de serem assimilados, se apresentando como algo desconhecido pelo aluno.

Nunes e Adorni (2021), afirmam que,

É perceptível que os alunos, muitas vezes, não conseguem aprender, não são capazes de associar o conteúdo estudado com seu cotidiano, tornando-se desinteressados pelo tema. Isto indica que este ensino está sendo feito de forma descontextualizada e não interdisciplinar (Nunes; Adorni, 2021, p. 2).

E a depender de como o professor aborda esses conceitos, os alunos poderão apresentar mais dificuldades em compreendê-los, como explica Gonzatto (2020), ao considerar que a fragmentação dos conteúdos e a falta de diálogo entre as disciplinas também estão na raiz da problemática da pouca qualidade da educação, em especial do ensino de Química.

De acordo com Finger e Bedin (2019),

[...] essa dificuldade, por sua vez, muito provavelmente tem sua origem na falta de habilidade dos alunos de relacionar o conteúdo de química com a sua vivência e na formação docente, que se detém apenas ao conteúdo e

não à profissionalização – não havendo competências para relacionar o contexto do aluno ao conteúdo a ser ensinado (Finger; Bedin, 2019. p.10)

Dependendo dos recursos que o professor adota no desenvolvimento das suas aulas, os alunos tendem a perder o interesse em saber mais, pois não veem sentido nem aplicação prática nos conceitos abordados pelo professor.

Este é provavelmente o maior desafio do ensino da Química: o interesse. Eis uma questão que vem sendo debatida por autores como Bedin (2018), Oliveira (2020), Gonçalves e Goi (2021) que há um desinteresse dos estudantes pelo estudo das Ciências da Natureza, que pode ser pelo motivo de eles não conseguirem fazer a relação entre o que aprendem na escola com as atividades relacionadas ao seu cotidiano.

Finger e Bedin (2019), indicam que o ensino de química é um dos mais desafiadores em relação à qualidade e eficácia dos processos de ensino aprendizagem na educação básica. Tanto os professores, responsáveis por facilitar o ensino, quanto os alunos, que precisam compreender e assimilar o conteúdo, enfrentam dificuldades para alcançar um entendimento real do que é ensinado.

É importante apresentar aos alunos situações observáveis e mensuráveis acerca das transformações químicas e dos fenômenos cotidianos, onde Santos (2024) acrescenta que a Química, como ciência, está presente em diversos processos que permeiam o dia a dia do aluno, contudo, nem sempre é percebida por ele. Quando o professor se limita a memorização de fatos e informações, sem estabelecer relações entre o conceito científico e o cotidiano, o aluno dificilmente conseguirá compreender aquilo que está sendo abordado, por não conseguir visualizar de forma prática o conceito.

Moura e Nascimento (2021), afirmam que além de demonstrar como o indivíduo pode inserir o conhecimento em seu cotidiano, ele irá promover uma aprendizagem mais significativa, por meio da relação direta com os mais variados temas. Assim, são necessários pontos de ancoragem que Ausubel (1963), classifica como subsunçores de aprendizagem, os quais irão relacionar o novo conhecimento com o que o aluno já traz de conhecimento originado do seu senso comum. Por isso é necessário que o aluno encontre sentido no que está aprendendo, para que significativamente possa aprender.

De acordo com Ausubel (1963), os conhecimentos prévios dos alunos funcionam como ancoradouro, o qual têm o objetivo de abranger e ancorar os novos conceitos. Sobre isso Moreira (2011), afirma que:

O fator que influencia devidamente na aprendizagem do estudante é o que ele já sabe, ou seja, o seu conhecimento prévio relevante e relacionado com o novo material a ser aprendido. O conhecimento prévio determina, crucialmente, não apenas o que o aluno aprenderá em uma determinada situação de aprendizagem, mas como irá aprender (Moreira, 2011, p.80)

Ainda conforme o autor pode-se afirmar que a aprendizagem com significado acontece quando uma nova informação se conecta a ideias importantes que já existiam na mente do aprendiz. É importante destacar que não é apenas uma junção simples, mas sim um processo de integração no qual a nova informação altera as ideias existentes, transformando-as em conceitos mais amplos e abrangentes.

2.1. O ENSINO DE RADIOATIVIDADE

Ao analisar temas que estariam relacionados com o cotidiano dos alunos, e os conteúdos que possam ser relacionados com situações postas pelas mídias, a radioatividade é constantemente motivo de debates internos e nas mídias digitais. Afinal, ela suscita argumentos positivos e negativos, sustentados por boas e aceitáveis razões, onde por um lado, traz inúmeros benefícios para a medicina, pois possibilita identificar problemas de saúde. Inclusive pode ser utilizada para tratar o câncer. No entanto, a radiação tem uma desvantagem, sua capacidade de transformar o DNA. Ou seja, mais tarde, pode causar um câncer.

Wartha; Silva e Bejarano (2013), argumentam sobre a importância de relacionar atividades do dia a dia dos estudantes com conhecimentos científicos. Machado (2004), menciona que, as propostas de ensino têm desconsiderado a perspectiva da inter-relação entre os fatos químicos e sua inserção no funcionamento do mundo.

Os estudos de Tavares (2017) e Dias *et al.* (2023), têm apontado dificuldades por parte dos estudantes em relação à aprendizagem de radioatividade e conceitos relacionados a esse fenômeno, os quais somam-se às dificuldades de aprendizagem e as aplicações dos fenômenos radioativos frequentemente

referidos na mídia de forma negativa, como: bombas atômicas, acidentes em usinas nucleares, lixo radioativo, contaminações com substâncias radioativas entre outros. Contudo, a Radioatividade não é algo que envolve apenas situações negativas. Se for adequadamente utilizada, como dito anteriormente, em relação à medicina e em outras áreas, pode trazer diversos benefícios de uso cotidiano. Para tanto, o professor precisa buscar por maneiras de abordar esse conteúdo em sala de aula de forma menos abstrata e mais real, para que os alunos compreendam sua aplicabilidade e presença no cotidiano.

A química está envolvida em tudo que se conhece, e por isso pode ser relacionada com a realidade dos alunos de diversas formas. No Estado do Acre, o conteúdo de Radioatividade é previsto no primeiro ano do ensino médio, no 3º bimestre, conforme o Currículo Único de Referência, elaborado a partir das orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Considerando o que consta no documento de referência estadual, Radioatividade pode ser dividida nos seguintes tópicos de ensino:

Radiações (origens, aplicações, riscos e benefícios);
Radiação dos equipamentos eletrônicos;
Radioatividade:
Núcleos instáveis e estáveis;
Partículas;
Geração de energia, os efeitos ambientais e acidentes;
Meia vida (Acre, 2024, p. 265).

A habilidade sugerida de acordo com o documento orientador do Estado é a (EM13CNT103), que orienta:

Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica (Acre, 2018, p. 557).

Para Furtado (2016), a temática Radioatividade é trabalhada nos livros didáticos e na sala de aula de forma fragmentada, não se atentando para a contextualização sociocultural dos conteúdos, pontuando para um ensino rígido e tradicional, quase sempre distante da realidade do aluno.

Frente ao atual contexto escolar em que o ensino de Química está inserido, Paiva e seus colaboradores (2022) consideram importante refletir as estratégias de

ensino adotadas pelos docentes, assim como, ressignificar as práticas pedagógicas de forma que torne o ensino desta Ciência mais atrativo e relevante. O autor e seus colaboradores relatam que:

[...] para ter rendimentos satisfatórios e garantir a aprendizagem dos discentes, muitos professores buscam ferramentas alternativas, metodologias diferenciadas que possam ser usadas em sala de aula para que a Química não seja vista como uma ciência complicada, hermética, inatingível aos que não a compreendem, mas que ela seja reconhecida e considerada, na qualidade de ferramenta cultural indispensável na educação do ser humano, como meio de cooperação da compreensão do mundo e da ação consciente na realidade (Paiva *et al.*, 2022, p. 5).

No intuito de superar essa visão distorcida, Sales *et al.* (2020), afirma que o processo de ensino e aprendizagem em Química deve ser atrativo, motivador e interessante para o estudante. “Para o estudante ser estimulado a aprender de forma que o seu aprendizado seja significativo, é necessário que os conteúdos sejam atrelados a vivência, aos conhecimentos prévios e às experiências do aluno”, conforme cita Giffoni *et al.* (2020, p.7).

2.2 ANÁLISE DA PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE RADIOATIVIDADE

Com a finalidade de auxiliar na delimitação do objeto de pesquisa, na definição de sua problemática, dos instrumentos de coleta de dados e dos referenciais teóricos adotados nesta pesquisa, realizou-se uma revisão sistemática, na qual foi considerado as fases propostas por Romanowski e Ens (2006) e Teixeira e Megid Neto (2017), como relacionado a seguir:

- Definição de um tema/objeto/problemática;
- Definição de descritores para busca nas bases de dados;
- Definição do intervalo de tempo a ser considerado nas buscas nas bases de dados;
- Definição das bases de dados a serem consultadas;
- Definição de critérios de seleção entre os trabalhos encontrados;
- Definição dos critérios de análise dos trabalhos;
- Análise e avaliação dos trabalhos selecionados;
- Escrita do relatório.

Para a revisão sistemática sobre a temática Radioatividade, realizou-se uma busca no catálogo de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Utilizou-se do termo Radioatividade como palavra-chave, para o qual foram identificadas 505 produções no catálogo. O primeiro filtro aplicado, selecionou apenas produções de doutorado, mestrado e mestrado profissionalizante, para o qual foram identificados 499 textos.

O segundo filtro delimitou o período de busca, que compreendeu o ano de 2013 até o ano de 2023, totalizando um período de dez anos, e resultou em 136 produções. O terceiro e último filtro aplicado delimitou a Área de Conhecimento em Ensino; Ensino de Ciências e Matemática; Física e Química, o que resultou em 55 produções, sendo 2 teses de doutorado, 48 dissertações de mestrado e de mestrado profissionalizante.

Após a seleção dos textos no catálogo, foi feita a leitura dos resumos das 55 produções acadêmicas, e identificou-se que apenas 43 textos tinham relação com o ensino médio ou com o ensino de Radioatividade, das quais 4 produções não estavam disponíveis na plataforma nem em outro banco de dados. Totalizando 39 produções a serem analisadas nesta revisão sistemática.

Os critérios estabelecidos para análise foram: o ano de defesa, o programa e universidade em que foram realizadas as pesquisas, os objetivos da pesquisa, metodologia e os principais resultados. Esses dados foram organizados em dois momentos, no primeiro com todos os resumos de todos os trabalhos no qual se realizou a análise qualitativa dos objetivos, metodologia, referenciais e conclusões. No segundo momento de abordagem quantitativa que auxiliou na organização das tabelas e gráficos.

Com o objetivo de identificar as 39 produções acadêmicas analisados nesta pesquisa apresenta-se o quadro 1 com a relação das dissertações e teses selecionadas, identificando seus títulos, tipo de trabalho e ano de publicação.

Quadro 1: Dissertações e Teses Analisadas

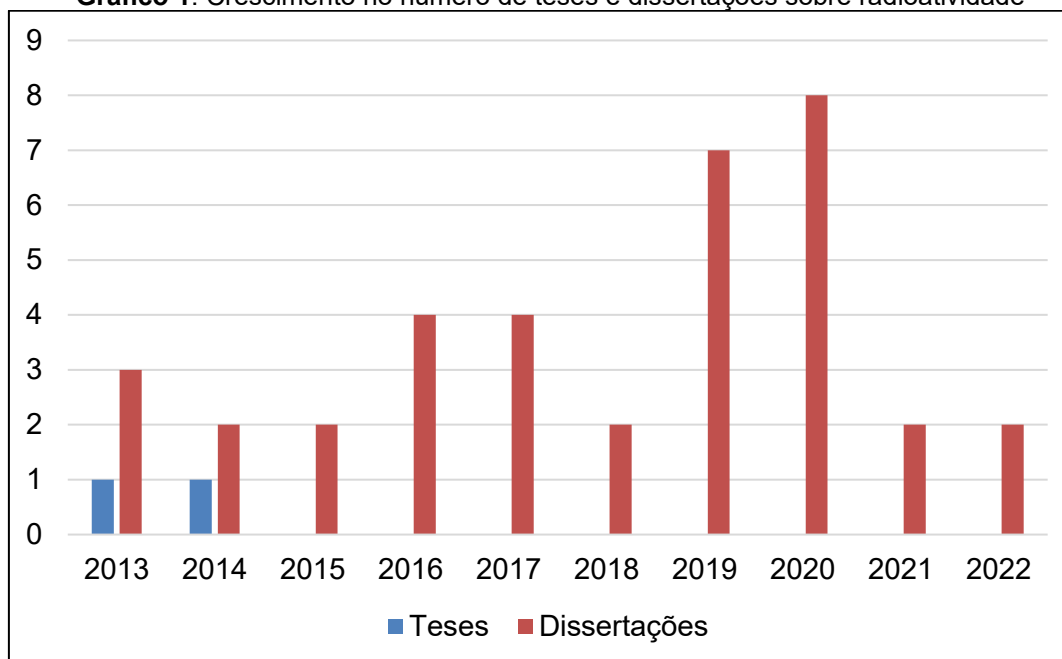
TÍTULO DO TRABALHO	TIPO	ANO
A Mediação Semiótica de Instrumentos Culturais na Aprendizagem do Conceito de Radioatividade no Ensino Médio	Dissertação	2013
Radioatividade: Um Módulo Didático para o Ensino Médio	Dissertação	2013
Energia Nuclear e Radioatividade na Escola de Nível Médio: Um Olhar a Partir dos Acidentes Nucleares	Dissertação	2013

Uma Sequência Didática para o Ensino da Radioatividade no Nível Médio, com Enfoque na História e Filosofia da Ciência e no Movimento CTS	Tese	2013
Câmara de Wilson Eletrônica para o Auxílio na Aprendizagem de Física Moderna no Ensino Médio	Dissertação	2014
O Legado de Madame Curie: Uma Abordagem CTS para o Ensino da Radioatividade	Dissertação	2014
Mediação do Professor no uso do Software Educativo Cidade do Átomo: Abordagem dos Temas Energia Nuclear e Radioatividade no Ensino Médio	Tese	2014
Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: Subsídios Teórico-Metodológicos para a Sobrevivência do Tópico Radioatividade em Ambientes Reais de Sala de Aula.	Dissertação	2015
Uma História da Radioatividade para a Escola Básica: Desafios e Propostas	Dissertação	2015
Radiação Eletromagnética - Uma Abordagem em Aulas de Química do Ensino Médio em Busca da (Re)Significação do Conhecimento dos Alunos	Dissertação	2016
Avaliação em Ensino de Química: Uma Proposta Alternativa Utilizando Jornal Sobre Radioatividade	Dissertação	2016
Desenvolvimento de Recursos e Estratégias para o Ensino-Aprendizagem de Radioatividade	Dissertação	2016
Sequência Didática para o Ensino de Radioatividade com Enfoque CTS no Ensino Médio	Dissertação	2016
A Utilização de Webquest para o Ensino de Radioatividade	Dissertação	2017
A Radioatividade Ambiental na Formação Inicial de Professores de Química na Perspectiva da Aprendizagem Significativa	Dissertação	2017
Uma Proposta de Ensino em Física e a Democratização do Debate Nuclear: Da Radioatividade aos Princípios de Funcionamento das Usinas Nucleares Brasileiras	Dissertação	2017
A Aprendizagem do Conteúdo de Radioatividade por Estudantes Surdos Usuários de Libras em um Contexto de Argumentação: Um Estudo de Caso	Dissertação	2017
A Compreensão da Natureza da Ciência a Partir do Estudo de Radioatividade: Contribuições de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem	Dissertação	2018
Uma Sequência Didática para Introdução à Física das Radiações Ionizantes no Ensino Médio	Dissertação	2018
A Problemática no Ensino da Radioatividade em Nível Médio	Dissertação	2019
Inserção do Tema de Física Nuclear no Ensino Médio: Desconstruindo e Construindo um Novo Olhar Sobre Radioatividade e Energia Nuclear	Dissertação	2019
Uma Abordagem para o Ensino de Modelos Atômicos e Radioatividade a Partir da História da Ciência	Dissertação	2019
Estudo e Contribuições da Leitura Científica para a Formação de Professores e Ensino de Química	Dissertação	2019
Uma Proposta de Sequência Didática Vinculada ao Ciclo de Experiência Kellyana Visando o Ensino do Tema Radioatividade	Dissertação	2019
A Radioatividade no Ensino Médio Militar e Ensino Técnico como ferramenta introdutória em avaliações de Emergências Radiológicas ou Nucleares	Dissertação	2019
Radioatividade no Ensino Médio em uma Abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)	Dissertação	2019

Análise de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem sobre Radioatividade Pautada na Perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)	Dissertação	2020
Uma Sequência de Ensino Investigativa Sobre Radioatividade, Energia Nuclear e Suas Aplicações	Dissertação	2020
Uso de Objetos Virtuais de Aprendizagem para o Ensino de Radioatividade	Dissertação	2020
O Ensino da Interação da Radiação com a Matéria - Curva de Bragg	Dissertação	2020
Radioatividade e História das Ciências como Percursos Transdisciplinares: Desafios e Possibilidades	Dissertação	2020
Ensino Híbrido Gamificado: O Modelo de Rotação por Estações no Ensino de Radioatividade	Dissertação	2020
Proposição de uma UEPS Para o Ensino de FMC: Uma Alternativa aos Desafios Enfrentados por Professores de Física em Escolas Estaduais de Uruguaiana-RS	Dissertação	2020
Raios-X e Radioterapia: Uma oficina Temática para Abordar Conceitos de Radiações e Radioatividade no Ensino Médio na Perspectiva da Contextualização	Dissertação	2020
Funções Exponenciais e a Radioatividade: Resolução de Problemas em um Contexto Interdisciplinar	Dissertação	2021
Radioatividade: Uma Proposta para o Ensino de Química com Utilização de Simuladores	Dissertação	2021
O Papel Esquecido da Radioatividade no Ensino da Estrutura Atômica em Escolas da Rede Estadual de Ensino no Rio de Janeiro: Elaboração e Aplicação de uma Sequência Didática	Dissertação	2022
Uma Proposta de Sequências Didáticas para o Ensino de Radioatividade: Um Estudo Feito com Alunos de Ensino Médio	Dissertação	2022
Role-Playing Game (RPG) em Aulas de Física: Promovendo Qualidade Motivacional e Aprendizagens	Dissertação	2023

Fonte: Organizado pela autora a partir de dados do Banco de Dissertações e Teses da CAPES.

Ao analisar a distribuição dos 39 trabalhos relacionados no quadro 1 percebe-se que a primeira produção selecionada conforme os critérios estabelecidos, aparece ainda em 2013, e há um crescente aumento na produção de dissertações nos anos seguintes, quando comparado com a produção de teses para o mesmo período. Dentre as 39 produções acadêmicas, 2 são teses, e 37 são dissertações, como observa-se no gráfico 1.

Gráfico 1: Crescimento no número de teses e dissertações sobre radioatividade

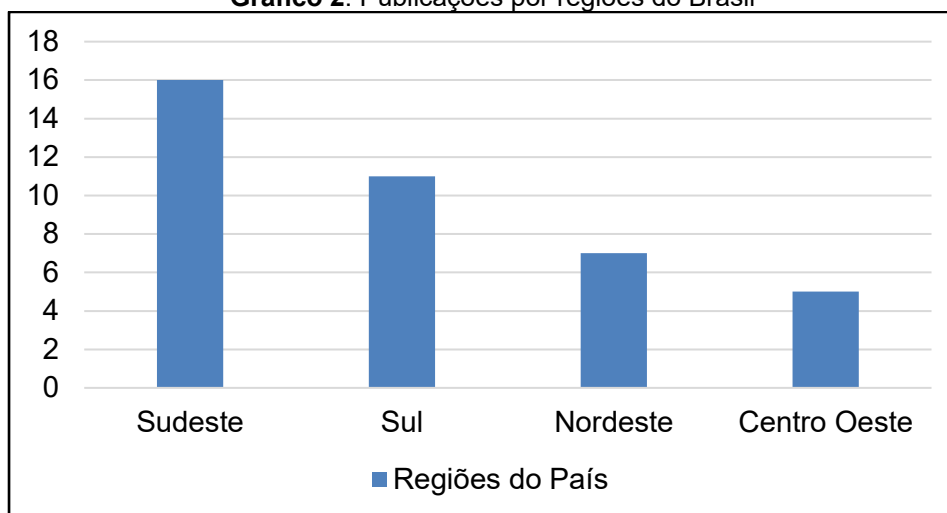
Fonte: Organizado pela autora a partir de dados do Banco de Dissertações e Teses da CAPES.

Ao longo dos anos o número de dissertações cresceu, conforme o gráfico 1. Destacam-se os anos de 2019 e 2020 que apresentam o maior número de publicações sobre o tema da pesquisa. Acredita-se que o motivo deste crescente aumento para os anos destacados, esteja relacionado com a série Chernobyl¹ e com o filme Radioactive², que tiveram seus lançamentos em 2019. A temática Radioatividade pode ter chamado a atenção dos autores, já que nos anos seguintes, entre 2021 e 2023, houve um decaimento no número das produções sobre o tema.

Os 39 trabalhos apresentados no quadro 1 vinculam-se a programas de pós-graduação em Educação. Ao analisar a localidade dos trabalhos publicados, percebe-se primeiramente, que não existe nenhum trabalho que venha de Universidades, Faculdades ou Institutos da região Norte do Brasil. Entretanto, existe um elevado número de publicações na região Sudeste, que se destaca com um total de 16 produções, em seguida está a região Sul com 11 publicações, depois a região Nordeste com 7 publicações e por último a região Centro-Oeste com 5 publicações, como observa-se no gráfico 2.

¹ Chernobyl: A série mostra a operação de contenção do desastre nuclear que envolveu três engenheiros-chefes.

² Um filme que retrata a vida e o trabalho de Marie Curie relacionado à radioatividade, a qual foi a primeira mulher a ganhar dois prêmios Nobel em Física e Química.

Gráfico 2: Publicações por regiões do Brasil

Fonte: Organizado pela autora a partir de dados do Banco de Dissertações e Teses da CAPES.

Em relação às áreas de conhecimento em que os estudos sobre Radioatividade foram realizados, destaca-se a Física, com 18 trabalhos, a Química com 17 trabalhos e a Matemática com 1 trabalho. Na análise das produções identificou-se que um trabalho abordava a disciplina de Ciências de forma geral, outro abordava as disciplinas de Física e Química, e uma das produções selecionadas propõe uma abordagem interdisciplinar, trabalhando com as áreas de Química, Física e Ciências Biológicas.

A partir da leitura dos resumos dos 39 trabalhos realizou-se a classificação das produções de acordo com o público-alvo, aluno ou professor. Percebeu-se que 30 trabalhos destacam os alunos como participantes da pesquisa, enquanto as outras 9 produções foram destinadas para o professor.

No que se refere a natureza da pesquisa, organizou-se a tabela 1:

Tabela 1: Natureza da pesquisa nos trabalhos sobre Radioatividade		
NATUREZA DA PESQUISA	Nº	%
Pesquisa de campo	17	43,58
Não deixa claro	6	15,38
Pesquisa bibliográfica	5	12,8
Pesquisa-ação/Intervenção	5	12,8
Pesquisa Exploratória	3	7,69
Pesquisa em Ensino	1	2,56
Pesquisa Aplicada	1	2,56
Pesquisa Participante	1	2,56
TOTAL	39	100,00

Fonte: Organizada pela autora a partir de dados do Banco de Teses e Dissertações da CAPES.

Para essa classificação considerou-se como ‘Pesquisa de campo’ todos os estudos que apresentavam dados empíricos e que utilizavam instrumentos de coleta de dados. Esses estudos se utilizavam de questionários e entrevistas, grupos focais, gravação de áudios, diário de campo e análise de documentos.

Já a pesquisa ação/intervenção tem caráter participativo e está relacionada com a ação ou a resolução de um problema. A pesquisa exploratória é uma metodologia que costuma envolver o levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão (Gil, 2007).

A pesquisa em ensino apresenta-se, de maneira geral, como fenômeno de interesse, de acordo com Moreira (2011), o ensino, a aprendizagem, a avaliação, o currículo e o contexto.

A pesquisa aplicada consiste na realização de trabalhos originais com finalidade de construção de novos conhecimentos. Por fim, a pesquisa participante está relacionada com a participação efetiva tanto do pesquisador quanto dos participantes do estudo. Em suma, na análise dos trabalhos percebeu-se que seis produções não deixavam claro qual era a natureza de sua pesquisa.

Na análise qualitativa dos resumos dos trabalhos foi possível elaborar a tabela 2 e a tabela 3 as quais relacionam os instrumentos de coleta de dados e as metodologias utilizadas, respectivamente.

Tabela 2: Instrumentos de Coleta de Dados nos Trabalhos sobre Radioatividade

NATUREZA DA PESQUISA	Nº	%
Questionário	11	28,20
Não deixa claro	6	15,38
Observação	7	18
Gravação de vídeos	7	18
Entrevistas	3	7,69
Diário de Campo	3	7,69
Mapas Conceituais	2	5
TOTAL	39	100,00

Fonte: Organizada pela autora a partir de dados do Banco de Teses e Dissertações da CAPES.

Foram identificadas 26 citações com maior frequência entre Questionários aparecendo em 11 trabalhos, a Observação foi identificada em 7 trabalhos e a gravação de vídeos das aulas apareceu em 7 trabalhos. Com menor incidência destaca-se a utilização de entrevistas aparecendo em 3 trabalhos, do diário de campo em 3 trabalhos e dos mapas conceituais em 2 trabalhos. Ao analisar o

número de instrumentos de coleta de dados utilizado por cada um dos trabalhos relacionados, percebe-se que 22 trabalhos utilizam 1 instrumento, 6 trabalhos utilizam 2 instrumentos, 4 trabalhos utilizam 3 instrumentos, 1 trabalho utiliza 4 instrumentos. Dos 39 trabalhos analisados, 6 deles não deixavam claro como que se deu a coleta dos dados da pesquisa.

Em relação às metodologias usadas nos trabalhos analisados, percebeu-se que na grande maioria dos textos analisados, a metodologia escolhida foi análise qualitativa com 31 trabalhos. Na sequência, 4 trabalhos afirmaram trabalhar com a pesquisa mista, identificando-se como qualitativa e quantitativa. Os outros 4 trabalhos não deixavam claro no texto qual forma metodológica utilizada. Identificou-se ainda, que 7 produções indicaram o estudo de caso como tipo de pesquisa qualitativa, as outras 32 produções não, deixaram claro o tipo de pesquisa que adotaram. Como observa-se na tabela 3.

Tabela 3: Tipos de Pesquisa Qualitativa

NATUREZA DA PESQUISA	Nº	%
Não deixa claro	22	56,41
Estudo de caso	6	15,38
Análise de conteúdo	4	10,25
Descritivo	4	10,25
Interpretativo	2	5,12
Investigativo	1	2,58
TOTAL	39	100,00

Fonte: Organizada pela autora a partir de dados do Banco de Teses e Dissertações da CAPES.

Ao categorizar os objetivos de pesquisa propostos pelos trabalhos, foi possível encontrar 39 citações distribuídas em 4 unidades de análise. Essas unidades foram denominadas como: 1) Produção de materiais para o aluno; 2) Produção de materiais para o professor; 3) Influência de documentos/livros sobre conteúdo de Radioatividade em sala de aula; 4) Utilização de diferentes ferramentas no ensino de Radioatividade.

A unidade de análise denominada 'Produção de materiais para o aluno' tem a maior frequência com 21 marcações ao longo dos objetivos apresentados nos resumos dos trabalhos. Essa unidade de análise se caracteriza por apresentar nos objetivos de pesquisa a produção de materiais didáticos e sequências didáticas voltadas para o aluno do ensino médio ou ensino superior, sobre o conteúdo de Radioatividade.

Como observado nos trechos de resumos transcritos, onde as dissertações são representadas pela letra (D), e teses pela letra (T):

D4: O presente trabalho teve como objetivo a elaboração de um Instrumento Educacional para auxiliar no processo ensino-aprendizagem de FMC, notadamente no que se refere aos tópicos Estrutura da Matéria, Radioatividade, Raios Cósmicos e Partículas Elementares (Andrea, 2014).

D8: [...] elaborar, desenvolver e analisar material didático que contemple uma abordagem CTS envolvendo o conhecimento da Ciência sobre radiações eletromagnéticas e radioatividade, ressaltando fontes, aplicações, vantagens, desvantagens e interação ambiental (Furtado, 2016).

D21: [...] nosso objetivo geral é desenvolver uma sequência de ensino que aborde os conteúdos de Modelos Atômicos e Radioatividade a partir da História da Ciência para ser utilizada no primeiro ano do Ensino Médio (Silva, 2019).

Dentro da perspectiva da unidade de análise denominada ‘Produção de materiais para o professor’ foram identificadas 6 citações. Nesses trabalhos o enfoque dos estudos visa compreender e produzir materiais voltados para auxiliar o professor na sala de aula, ao ministrar o conteúdo de Radioatividade. Dessa forma, os trechos retirados das pesquisas indicam que esses trabalhos discutem possibilidades diversas para que o professor possa se basear e aplicar em suas aulas.

D2: Com o intuito de criar no jovem cidadão atitudes e valores que o permitam participar do mundo com conhecimento e responsabilidade e aliado ao fato de que o assunto é, em geral, distante da maioria dos alunos e professores, sugerimos um módulo didático (MD), composto por diversas atividades de aprendizagem, sobre Radioatividade (Dias, 2013).

D3: [...] como o objetivo desta dissertação é produzir um material que possa auxiliar professores em sua prática docente, faz-se necessário entender o processo de apropriação de conhecimentos em seu aspecto cognitivo, compreendendo as dimensões epistemológica, educativa e didático-pedagógica (Araújo, 2013).

D35: No presente trabalho propomos e discutimos a possibilidade de ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC), a partir de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) desenvolvida com o objetivo de auxiliar professores de Física das escolas estaduais de Ensino Médio de Uruguaiana-RS a superar algumas das dificuldades e desafios enfrentados por eles ao trabalhar com essa temática em sala de aula (Goulart, 2020).

Na unidade de análise ‘Influência de documentos/livros sobre conteúdo de Radioatividade em sala de aula’ foram identificadas 6 citações. Nos trechos extraídos dos textos fica evidente que existe uma preocupação em saber o que é repassado aos professores sobre a Radioatividade. As pesquisas em livros, publicações, documentos orientadores e outros ajudam a entender e perceber onde e o que ensinar, aproximando o conteúdo do cotidiano do aluno.

D6: Nossos objetivos foram três, (i) buscar na literatura, justificativas que nos levassem a escolha do tópico da FMC; (ii) avaliar por meio da teoria da Transposição Didática as potencialidades de sobrevivências do tópico radioatividade e (iii) elaborar a sequência de ensino-aprendizagem utilizando referenciais teóricos presentes na literatura do ensino de Ciências, no intuito de fornecer os subsídios teórico-metodológicos para tornar possível a atualização curricular em ambiente real de sala de aula (Batista, 2015).

D7: Selecionamos aspectos da pesquisa sobre radioatividade, desde seu início entre as décadas de 1890 e de 1900 — às suas aplicações, durante o século XX, como tema para a construção de uma proposta didático-metodológica para ensino de física e de química (Gomes, 2015).

D20: Foram estabelecidos como objetivos: mostrar a presença da Física Nuclear no dia a dia das pessoas, desmistificando conceitos negativos oriundos do senso comum e criar uma discussão sobre o senso comum, através de intervenção pedagógica, a fim de despertar o interesse pelo conhecimento científico (Silva, 2019).

T1: A análise das obras nos auxiliou na elaboração da proposta, porquanto o livro didático Figura como um dos principais aliados do professor no processo de ensino (Resquetti, 2013).

Na unidade de análise ‘utilização de diferentes ferramentas no ensino de Radioatividade’ foram relacionadas 7 citações. Nos trechos extraídos dos resumos, verificou-se que as formas e metodologias para ensinar radioatividade são diversas, não se prendendo somente ao quadro ou a slides. Os autores buscaram e aplicaram formas diferentes de abordar a Radioatividade em sala de aula.

D1: Teve como objetivo investigar e caracterizar a ação dos alunos em sala de aula ao utilizarem diferentes ferramentas culturais na aprendizagem do conceito de radioatividade, portanto a dinâmica discursiva foi objeto de estudo (Gomes, 2013).

D31: O objetivo do presente trabalho foi elaborar, executar e analisar uma sequência didática que abordou o uso da simulação computacional. Para alcançar tal objetivo, partimos das hipóteses observadas nos referenciais que defendem a utilização de Objetos Virtuais de Aprendizagem, em especial os simuladores, para o Ensino de Química (Oliveira, 2020).

D36:Desenvolver uma Oficina Temática para abordar o conteúdo sobre Radiações e Radioatividade, na perspectiva da contextualização, com estudantes do Ensino Médio de uma escola pública (Gonzatto, 2020).

Analisando os materiais analisados, nota-se a escassez de recursos e ferramentas elaborados pelos pesquisadores para ajudar o educador durante as aulas sobre Radioatividade. Diante disso, identifica-se uma oportunidade para aprimorar a abordagem e a aplicação do conteúdo de Radioatividade em sala de aula.

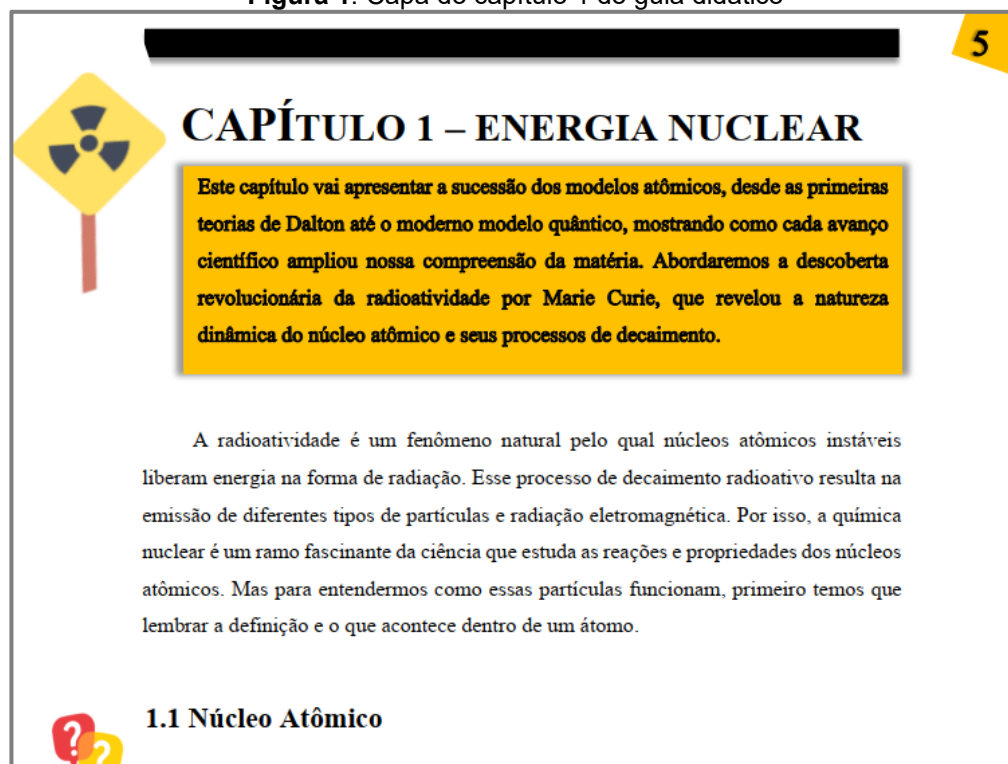
Argumenta-se que as pesquisas que abordam o ensino da Radioatividade são indispensáveis para aprofundar questões associadas aos conhecimentos adquiridos durante o período escolar. Dessa forma, tais estudos podem aproximar o estudante da escola e da comunidade, além de contribuir para a sociedade, possibilitando ao aluno vivenciar experiências que vão além da sala de aula. Por conseguinte, é fundamental que o educador busque novos métodos para lecionar esse conteúdo, a fim de superar ou minimizar as dificuldades anteriormente mencionadas, e disponha de material de apoio que o auxilie nesse processo.

3. PRODUTO EDUCACIONAL – RADIOATIVIDADE NO ENSINO MÉDIO: ABORDAGENS DIDÁTICAS PARA PROFESSORES DE QUÍMICA

A relevância do conteúdo Radioatividade no ensino de Química se deve, entre outros fatores, à evolução da tecnologia em diversas áreas, inclusive na área da saúde (Seixas *et al.*, 2016). Nessa perspectiva, considera-se que o entendimento dos conceitos e processos advindos da radioatividade é importante para estabelecer uma visão crítica e reflexiva sobre o desenvolvimento científico e tecnológico que envolve essa temática, possibilitando uma participação consciente nas discussões e nas tomadas de decisões que envolvem o assunto.

Considerando essa perspectiva, o produto desta pesquisa é um manual de apoio para o professor³, que está organizado em três partes: Parte teórica, com 3 capítulos, sendo o Capítulo 1 sobre Energia Nuclear, como observa-se na Figura 1.

Figura 1: Capa do capítulo 1 do guia didático

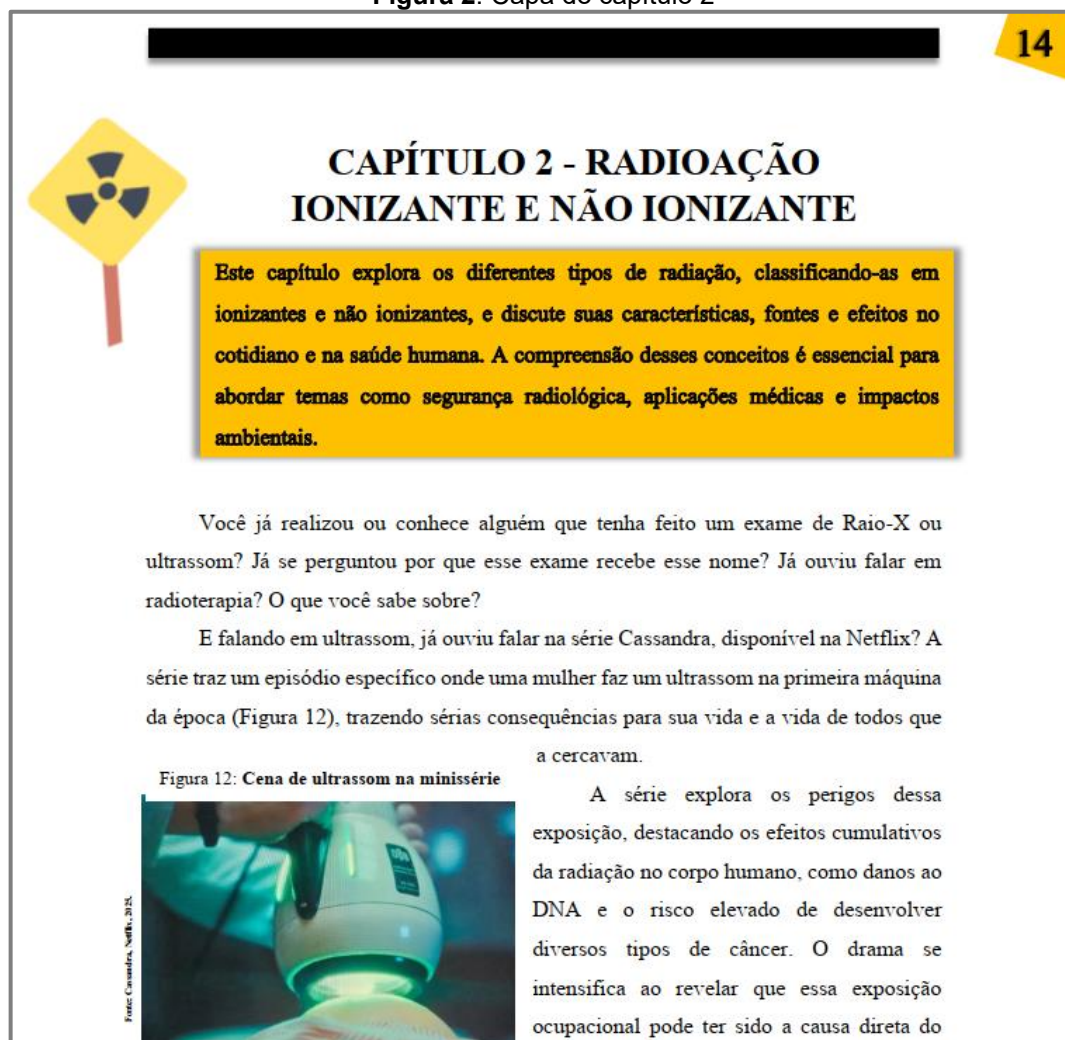


Fonte: Elaborado pela autora (2025).

³ O Manual Radioatividade No Ensino Médio: Abordagens Didáticas Para Professores De Química, está disponível no Portal EduCAPES, podem ser acessado pelo link: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/1174145>

O capítulo 1 apresenta a evolução dos modelos atômicos, a descoberta da radioatividade por Marie Curie, os processos de fissão e fusão nuclear, e discute a geração de energia nuclear, seus benefícios e riscos, incluindo acidentes históricos como Chernobyl e Fukushima. O capítulo 2, como observa-se na Figura 2.

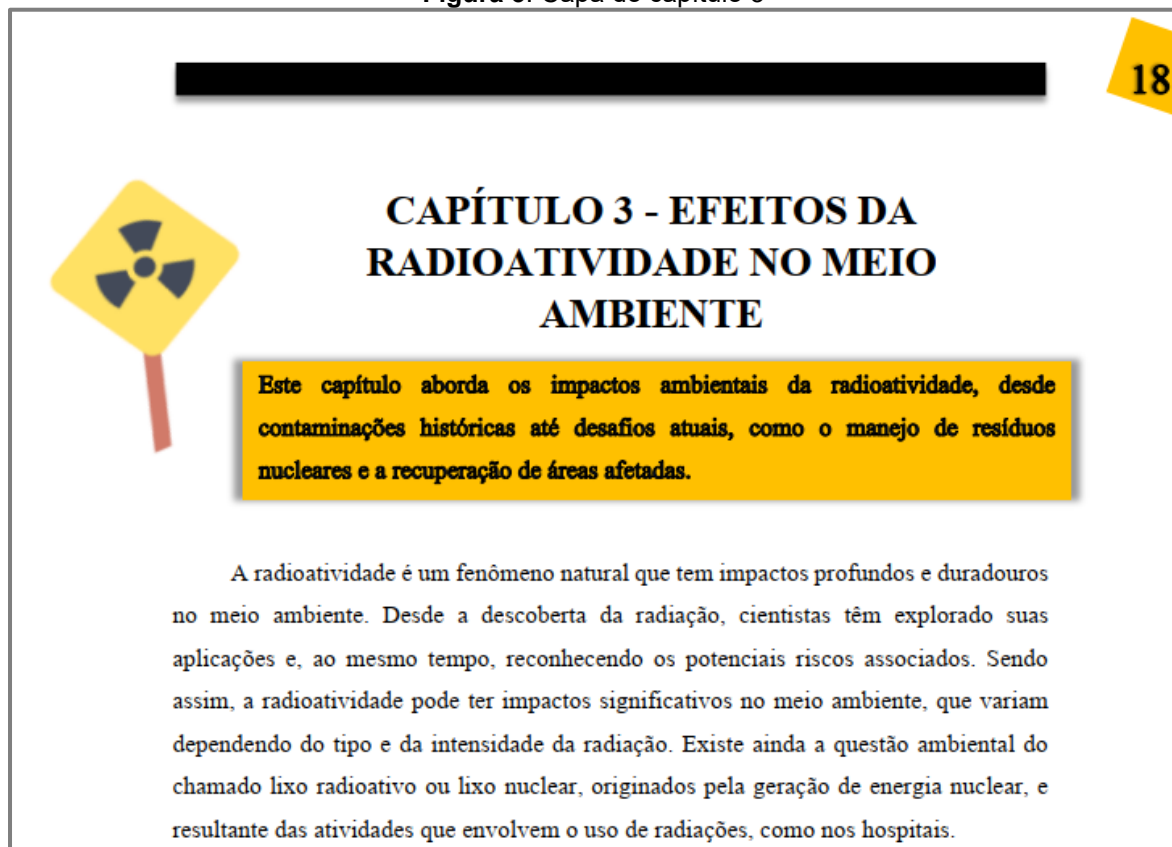
Figura 2: Capa do capítulo 2



O capítulo 2, explora a classificação das radiações, diferenciando radiações ionizantes (alfa, beta, gama) das não ionizantes (radiação solar, micro-ondas), abordando suas fontes, características, efeitos na saúde e presença no cotidiano.

O capítulo 3 (Figura 3) examina os impactos ambientais da radioatividade, como contaminação do solo e da água, bioacumulação, e desastres nucleares, destacando a importância do manejo adequado de resíduos radioativos e da educação ambiental,

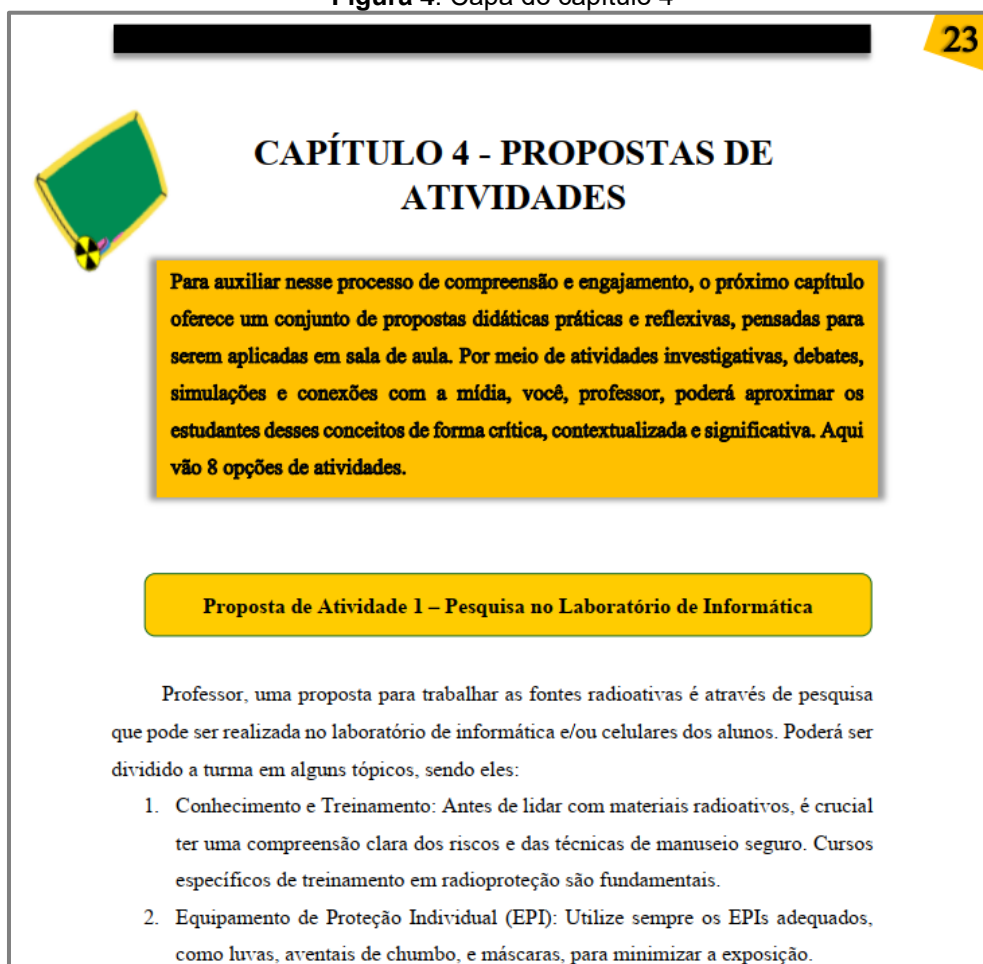
Figura 3: Capa do capítulo 3



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Já o capítulo 4 (Figura 4) traz propostas de atividades diversificadas, onde é oferecido sete sugestões de atividades práticas e reflexivas para aplicação em sala de aula, incluindo pesquisas, debates, experimentos e uso de recursos audiovisuais, visando engajar os alunos no tema de forma crítica e contextualizada.

Figura 4: Capa do capítulo 4



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

E um capítulo com sequência didática (Figura 5) estruturada em três aulas, integrando os conceitos dos capítulos anteriores, com atividades práticas, discussões e avaliações, adaptável à realidade escolar, elaborado para atender os seguintes objetivos: alinhar atividades e recursos aplicáveis ao ensino de conceitos relacionados a Radioatividade em aulas de Química, para capacitar professores de Química do Ensino Médio a abordarem o tema radioatividade de forma clara, segura e engajadora.

Figura 5: Capa do capítulo 5

32



CAPÍTULO 5 – PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

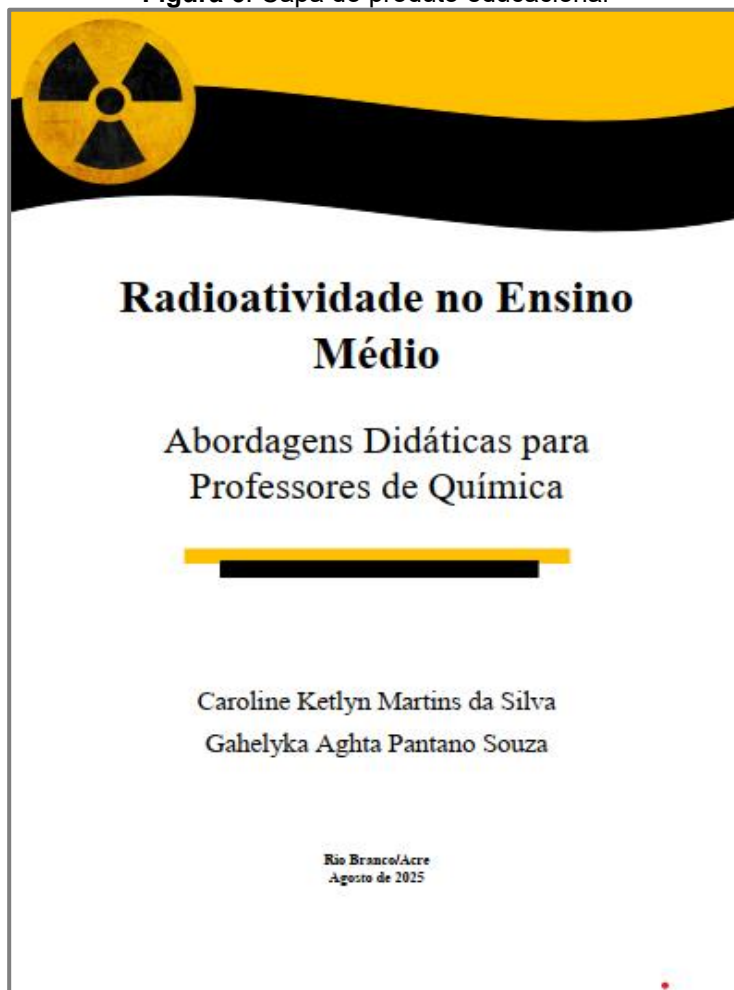
Professor, como dito anteriormente, aqui está uma proposta de sequência didática relacionando os 3 capítulos deste guia com um total de 3 horas ou três tempos de aula. Caso queira utilizar, ela pode ser adaptada para sua realidade. O tempo escolhido foi adaptado para a realidade da escola em que trabalho. Como na terceira série o que os alunos estudam é chamado de Rotas de Aprofundamento, foi adequado uma sequência dentro do que poderia ser trabalhado nesta rota chamada de Raio-X da Energia.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA – ROTA DE APROFUNDAMENTO			
NOME DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO			
UNIDADE: 3U+51	PERFIL PROFISSIONAL: QUÍMICA	SÉRIE: 3ª	CARGA HORÁRIA PREVISTA: 3 horas
ROTA DE APROFUNDAMENTO: ENERGIA, PARA QUE TE QUERO?			
RAIO-X DA ENERGIA			
EIXO ESTRUTURANTE:			
INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA			
HABILIDADE(S) ESPECÍFICA(S) DO EIXO:			
EMIFCNT01 – Investigar e analisar situações-problema e variáveis que interferem na dinâmica de fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, considerando dados e informações disponíveis em diferentes mídias, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais.			
EMIFCNT02 – Levantar e testar hipóteses sobre variáveis que interferem na dinâmica de fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, utilizando procedimentos e linguagens adequados à investigação científica.			
EMIFCNT03 – Selecionar e sistematizar, com base em estudos e/ou pesquisas (bibliográfica, exploratória, de campo, experimental etc.) em fontes confiáveis, informações sobre a dinâmica dos fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, identificando os diversos pontos de vista e posicionando-se mediante argumentação, com o cuidado de citar as fontes dos recursos utilizados na pesquisa e buscando apresentar conclusões com o uso de diferentes mídias.			
DESCRIPTORIOS			
D1 - Localizar informações explícitas em um texto. D6 - Identificar o tema de um texto. D5 - Interpretar texto com auxílio de material gráfico diverso (Propagandas, quadrinhos, fotos etc.). D11 - Estabelecer relação causa/consequência entre partes e elementos do texto.			
OBJETO(S) DE CONHECIMENTO			
Energia Nuclear: - O uso da radioatividade para gerar energia; - Vantagens e Desvantagens da radioatividade; - Acidentes nucleares;			

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Além desses, segue abaixo os recortes da capa do produto contendo o título e o nome dos autores (Figura 6), do sumário (Figura 7), da apresentação do produto (Figura 8), e das instruções para utilização do guia (Figura 9), para mostrar a divisão do produto:

Figura 6: Capa do produto educacional



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Figura 7: Sumário

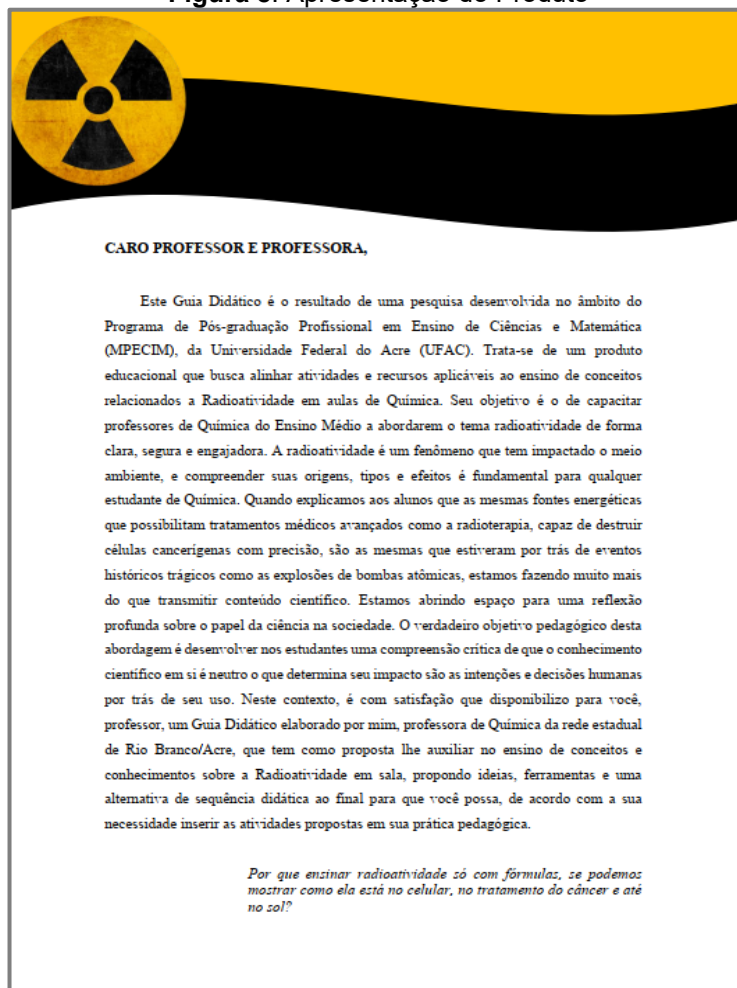


SUMÁRIO

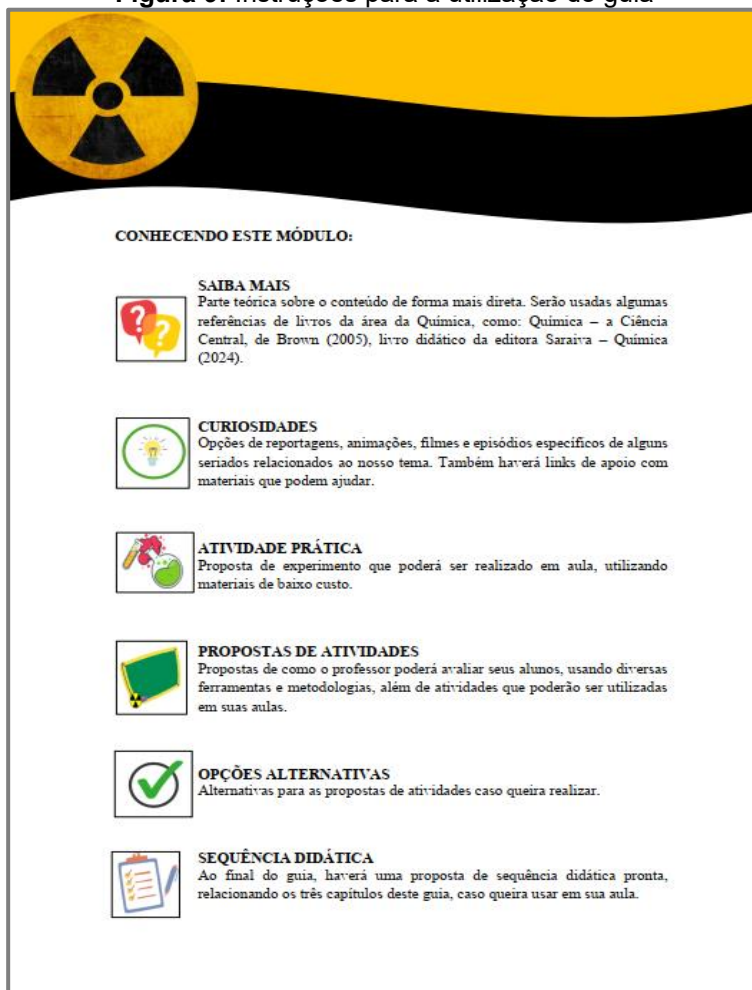
CAPÍTULO 1 – ENERGIA NUCLEAR	5
1.1 Núcleo Atômico	5
CAPÍTULO 2 - RADIOAÇÃO IONIZANTE E NÃO IONIZANTE	13
2.1 Radiação Ionizante	14
2.2 Radiação não ionizante	15
CAPÍTULO 3 - EFEITOS DA RADIOATIVIDADE NO MEIO AMBIENTE	17
CAPÍTULO 4 - PROPOSTAS DE ATIVIDADES	22
CAPÍTULO 5 – PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA	32
REFERÊNCIAS	35

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Figura 8: Apresentação do Produto



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Figura 9: Instruções para a utilização do guia

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Portanto, o manual seguiu a seguinte organização:

1. Capa;
2. Apresentação do Manual ao Professor:
3. Orientações sobre a utilização do manual – texto auxiliar para orientar o professor de como deverá utilizar o manual.
4. Sumário;
5. Capítulos 1, 2 e 3: Parte teórica do conteúdo, com “Curiosidades”. Apontado em cada unidade, detalhes atuais importantes sobre o tema que podem ser links, reportagens, fragmentos, charges)
6. Capítulo 4: Sugestão de atividades que relacione o tema com outras áreas do conhecimento. Utilização de ferramentas como:
 - Opções de filmes ou séries relacionados ao tema;
 - Utilização de analogias;
 - Sugestões de questões para análise e discussão.

- Sugestão de experimento: Diferença entre Contaminação e Irradiação

7. Capítulo 5: Sequência Didática.

8. Referências.

Os textos e atividades do produto foram pensados na forma de contornar a escassez de recursos e ferramentas para auxiliar o professor durante as aulas sobre Radioatividade.

Dentre as possíveis vantagens, que o uso de um Guia Didático – “Radioatividade no Ensino Médio” para o ensino de Radioatividade, pode trazer ao planejamento do professor destaca-se: a utilização de metodologias diferenciadas as quais poderão incentivar a participação ativa do aluno bem como a inserção em um contexto e utilização direta do aprendizado; os estudantes poderão desenvolver competências relativas a análise crítica e a capacidade de solucionar questões, além de adquirirem o conhecimento para analisar com maior clareza as vantagens e desvantagens da Radioatividade. De maneira resumida, este manual instrutivo bem-organizado, juntamente com abordagens participativas e debates contextualizados, tem potencial para aprimorar o aprendizado sobre radioatividade, tornando-o mais impactante e valioso para os estudantes.

A escolha de elaborar este produto, portanto, surgiu após analisar as respostas obtidas no questionário preliminar utilizado para coletar informações de professores de Química, juntamente com a experiência em sala de aula (Apêndice 1). Nas respostas ficou evidente que, para este tema específico, não há uma variedade de materiais para o professor além dos livros didáticos, que muitas vezes apresentam uma abordagem limitada e negativa.

Além disso, observou-se a presença de diversos programas de TV, como filmes e animes, que poderiam ser relacionados ao conteúdo e incluídos como sugestões de curiosidade neste guia. Assim, é importante para o professor de Química compreender que a Radioatividade constitui uma característica da matéria resultante da instabilidade do núcleo de um átomo em busca de estabilidade, para isso ele deve liberar partículas radioativas e/ou ondas eletromagnéticas, o que acontece de forma espontânea.

Para justificar a implementação de sequências didáticas, de acordo com Mesquita (2023), elas têm o intuito de ampliar os conhecimentos prévios dos estudantes, de forma gradativa, para o alcance da aprendizagem significativa, Além disso, para Costa e Gonçalves (2022), a sequência didática possibilita a integração

de diferentes atividades e recursos, promovendo uma aprendizagem mais completa e contextualizada.

Entende-se que, as metodologias de ensino-aprendizagem fomentam novas possibilidades na formação do estudante através de características sólida e coerentes, tornando as ferramentas de aprendizagem mais significativas (Capelatto; Ribeira; Sachs; 2019).

A utilização de ferramentas como animações e vídeos também têm se configurado como uma possibilidade promissora no processo de ensino e aprendizagem, por ser um recurso capaz de facilitar a demonstração de processos (Bizelli; Fiscarelli; Oliveira, 2009).

Além disso, para Silva (2016), o uso da experimentação, utilizando-se de materiais de fácil acesso e baixo custo, torna-se uma ferramenta valiosa.

A combinação de sequência didática, ferramentas didáticas e metodologias ativas pode criar um ambiente de aprendizagem dinâmico e eficaz. Essa abordagem não só facilita a compreensão dos conceitos de radioatividade, mas também promove o desenvolvimento de competências essenciais para a formação científica dos alunos. Ao engajar os estudantes de maneira ativa e contextualizada, garantimos uma aprendizagem mais profunda e duradoura.

Para todas as atividades propostas deste manual, será investigado como o tema é abordado no documento orientador do estado e nos livros didáticos oferecidos na escola.

4. METODOLOGIA DA PESQUISA

4.1 NATUREZA DA PESQUISA

Esta pesquisa é de abordagem qualitativa pois, conforme Gerdhardt e Silveira (2009, p. 31), “trata-se de uma abordagem que não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão sobre o ensino e aprendizagem de radioatividade”. Segundo Furtado (2016), parte-se da compreensão dos significados dos participantes da pesquisa, no qual tais significados incluem a maneira de ver o mundo, a sua realidade e as experiências vivenciadas.

O uso da metodologia qualitativa foi escolhida partindo dos pressupostos sugeridos por Gerdhardt e Silveira (2009) quando afirmam que os pesquisadores que adotam essa metodologia buscam esclarecer os motivos por trás das situações, apontando as melhores ações a serem tomadas, sem, contudo, quantificar os dados e as interações simbólicas, tampouco submeter-se à verificação dos fatos, uma vez que as informações analisadas não são expressas em valores numéricos e se fundamentam em abordagens diversas, como a compreensão do fenômeno segundo a interpretação dos participantes.

Esta pesquisa se configura como exploratória, que de acordo com Gil (2010, p. 27), consistem em proporcionar uma “[...] maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses”.

A pesquisa exploratória é realizada para esclarecer e definir a essência do problema estabelecido. Seu principal objetivo é identificar padrões, hipóteses ou ideias que podem ser desenvolvidas em pesquisas futuras.

4.2 CONTEXTO E PARTICIPANTES DA PESQUISA

A pesquisa será realizada com professores de Química do Ensino Médio que estão em exercício profissional, na rede pública estadual de Rio Branco, Acre. Dentre os critérios de seleção destaca-se: ser graduado em Licenciatura em Química; Estar em exercício profissional com aulas de Química e/ou com Rotas de Aprofundamento com concentração na área de Química para o Ensino Médio.

Foram excluídos da pesquisa, professores que não apresentaram formação em Licenciatura em Química, e que não estavam em exercício profissional com aulas de Química e/ou Rotas de Aprofundamento com concentração na área de Química para o Ensino Médio.

4.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Considerando a dimensão das técnicas de produção de dados disponibilizados pela ação qualitativa optou-se pelo questionário. Para Gil (2021), o uso do questionário como instrumento de coleta de dados traz algumas vantagens, dentre elas: possibilita atingir um número maior de pessoas, mesmo que estejam dispersas numa área geográfica muito extensa; implica em menores gastos e proporciona aos participantes anonimato; permite que as pessoas o respondam quando julgarem mais conveniente; não expõe os pesquisados à influência das opiniões e do aspecto pessoal do entrevistado.

Para tanto, adotou-se a plataforma Google Formulários para esta produção, pois, de forma assíncrona, prática e eficiente, armazena as respostas dos participantes na nuvem, sendo possível o *download* em planilha *Excel* em qualquer momento e lugar, além de demandar um tempo pequeno pensando na rotina dos professores.

Também será considerado como instrumento de coleta de dados a sequência didática que o professor participante da pesquisa irá elaborar para a aula em que for aplicar o Manual Didático (produto educacional). A sequência servirá para análise, onde será verificado os objetivos de aprendizagem, no qual deve-se definir claramente o que os alunos devem aprender ao final da sequência; os conteúdos que serão abordados, garantindo que estejam alinhados com os objetivos de aprendizagem e com o currículo escolar; se haverá atividades variadas que estimulem diferentes habilidades e formas de aprendizado.

Se haverá contextualização, relacionando assim os conteúdos e atividades com a realidade dos alunos, tornando o aprendizado mais significativo e relevante para eles. Identificação dos recursos necessários para a execução das atividades, como materiais didáticos, tecnologias, e espaços físicos. Também se haverá algum tipo de critérios e métodos de avaliação para monitorar o progresso dos alunos e verificar se os objetivos de aprendizagem foram alcançados. Esses elementos

ajudam a garantir que a sequência didática seja eficaz e contribua para um aprendizado mais estruturado e engajador.

Um terceiro instrumento utilizado na coleta de dados, será a ficha de validação do produto educacional. Após a aplicação do produto pelo professor participante da pesquisa, ele irá responder uma ficha de validação, a fim de identificarmos fragilidades no produto educacional elaborado, bem como, as vantagens que o manual apresenta na inserção em sala de aula.

4.4 PROCEDIMENTOS DE CONSTITUIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Os dados serão analisados a partir da técnica de análise de conteúdo de Laurence Bardin (2011, p.44), como “um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens”. Sendo assim, optamos por usar no processo, as fases definidas por Bardin (2016), as quais são: Pré-análise; Exploração do material e Tratamento dos resultados.

“A pré-análise é a primeira fase da Análise de Conteúdo, é o momento da organização do material sobre o qual o pesquisador irá sistematizar as ideias preliminares” (Bardin, 2016, p. 125). A fase de exploração do material, segundo Bardin (2016), se refere ao processo de transformação dos dados brutos, como textos, imagens ou áudios, em unidades de análise significativas para a pesquisa.

Para Valle e Ferreira (2023), conforme Bardin (2016), o processo interpretativo pode ser compreendido como o momento em que o pesquisador dá sentido e significado às manifestações encontradas e estabelece o diálogo com o arcabouço teórico.

Esta fase foi iniciada com um encontro de alinhamento com todos os professores-participantes, realizado de forma síncrona e online pela plataforma do Google Meet. O objetivo era estabelecer as diretrizes da pesquisa, criando um corpus de dados confiável e contextualizado, momento em que foi explicado todos os passos da pesquisa para os participantes e as possíveis dúvidas que eles tiveram. A partir desse alinhamento, deu-se início à operacionalização, que constitui a base da organização dos dados.

Para a fase de exploração do Material, a coleta de dados foi estruturada em três momentos distintos, que geraram o *corpus* a ser analisado:

1. **Questionário Prévio (Análise Documental):** Esta etapa consistiu na aplicação de um questionário feito pelo Google Formulários, para traçar o perfil profissional e a prática docente inicial dos participantes. As respostas constituem a linha de base que permitirá a comparação com as impressões pós-intervenção, funcionando como unidades de contexto para a análise.
2. **Aplicação do Guia Didático:** Após a primeira etapa, o guia didático (objeto de estudo) foi disponibilizado. Os professores tiveram um período para planejamento e aplicação em sala de aula durante os meses de setembro a novembro. A escolha deste período, que marca o início do 4º bimestre, foi estratégica para garantir a viabilidade da aplicação antes do término do ano letivo. Este momento será avaliado a seguir.
3. **Instrumento de Validação:** Por fim, foi aplicado um instrumento de validação do produto. Este questionário final foi submetido à codificação e categorização. Suas respostas textuais serão as unidades de registro que permitirão identificar unidades de significado relacionadas à usabilidade, relevância e efetividade do guia.

Os dados textuais coletados nos instrumentos 1 e 3 serão, então, submetidos às etapas finais da análise de Bardin, incluindo a codificação, a categorização e a discussão dos resultados à luz do referencial teórico.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta os principais resultados da pesquisa, a partir da análise dos dados coletados por meio do questionário, da sequência didática e do instrumento de validação do produto educacional. Os professores participantes, foram identificados como Professor 1 (P1), Professor 2 (P2), Professor 3 (P3), Professor 4 (P4), Professor 5 (P5) e Professor 6 (P6). Os dados foram organizados e interpretados de acordo com a técnica da análise de conteúdo (Bardin, 2016).

Para atender aos objetivos da pesquisa, a aplicação dessa técnica foi estruturada em três etapas sequenciais. A primeira consistiu na análise das respostas do questionário prévio, correspondente à fase de Pré-análise. A segunda etapa envolveu a codificação e categorização das respostas do questionário prévio, bem como a análise das respostas ao instrumento de validação do produto, compondo a fase de Exploração do Material. Por fim, realizou-se a etapa de inferência e interpretação, correspondente à fase de Tratamento dos Resultados.

5.1 – PRIMEIRA ETAPA: PRÉ-ANÁLISE: ORGANIZAÇÃO E DELIMITAÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE

Na Fase 1 - Pré-Análise, procedeu-se à organização do material de pesquisa, constituído pelas respostas de seis (6) professores de Química ao questionário prévio aplicado. Com base na leitura inicial dessas respostas, foram definidas as unidades de contexto. Essas unidades de contexto foram delimitadas considerando cada questionário respondido integralmente, constituindo, portanto, o conjunto de respostas de um único professor, o que proporciona uma compreensão ampliada de sua percepção e prática pedagógica.

O processo de codificação não se baseou em palavras-chave isoladas, mas na presença de ideias ou narrativas completas presente nas respostas identificadas no questionário. Essa sistematização inicial foi essencial para agrupar as unidades de registro por afinidade de significado.

5.2 SEGUNDA ETAPA: CODIFICAÇÃO E DEFINIÇÃO DAS CATEGORIAS

Após a fase de pré-análise, deu-se início ao processo de Codificação e Agregação em Categorias. A partir da leitura e da comparação dos dados, os termos significativos foram agrupados com base em suas afinidades temáticas e semânticas, dando origem a seis categorias, como organizado e classificado no quadro 2.

Quadro 2: Categorias e definições

CATEGORIA	DEFINIÇÃO
Categoria 1 - Percepção sobre a Importância do Tema Radioatividade	Abrange as justificativas dos professores para incluir o tema no currículo, destacando sua relevância prática (aplicações médicas e energéticas) e formativa (formação cidadã). Inclui o argumento da presença no currículo oficial (BNCC) e em vestibulares, bem como o contraponto da percepção de que o tema pode ser considerado desatualizado ou repetitivo.
Categoria 2 - Dificuldades de Aprendizagem Percebidas nos Alunos	Agrupa os principais obstáculos cognitivos e afetivos enfrentados pelos alunos, como a alta abstração do conteúdo (não ser visível/tátil), a falta de base em estrutura atômica, preconceitos ou medo associados à palavra "radiação" e a dificuldade de relacionar o conceito com aplicações reais.
Categoria 3 - Desafios Enfrentados pelo Professor no Ensino dos Conceitos de Radioatividade	Refere-se aos obstáculos externos e internos relatados pelos docentes, incluindo limitações materiais (falta de equipamentos e material didático adequado) e de tempo (carga horária insuficiente), somadas à complexidade inerente do conteúdo e ao desafio pedagógico de contextualizá-lo.
Categoria 4 - Estratégias e Recursos Didáticos Utilizados para o Ensino de Radioatividade	Repertório metodológico empregado. Predomina a base tradicional (aula expositiva e exercícios), complementada significativamente pelo uso de tecnologias (simulações, filmes), abordagens contextuais (debates, casos reais) e recursos como analogias e, principalmente, a História da Ciência.
Categoria 5 - Uso da História da Ciência para Ensinar Radioatividade	Utilização da narrativa histórica (vidas e descobertas de cientistas como Becquerel e Marie Curie) e de filmes biográficos para humanizar a ciência, contextualizar conceitos e engajar os alunos.
Categoria 6 - Avaliação dos Livros e Materiais Didáticos	Sintetiza as críticas dos professores aos materiais disponíveis, frequentemente descritos como superficiais, desatualizados, com foco excessivo em cálculos e aspectos técnicos, e por reforçarem uma visão predominantemente negativa da Radioatividade, em detrimento de abordagens contextualizadas.

Fonte: Organizada pela autora.

5.3 TERCEIRA ETAPA – ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Para avaliar sua eficácia, aplicabilidade e aceitação, o material foi submetido à apreciação de seis professores de Química da educação básica, os quais responderam a um formulário de avaliação composto por questões abertas e fechadas. A análise das respostas permitiu compreender os pontos fortes, as limitações e as possibilidades de aprimoramento do produto, conforme discutido a seguir.

No que tange à formação, três participantes declararam possuir apenas a graduação em Química. Dentre estes, um era recém-formado e outro está em curso de uma segunda graduação, indicando um momento de transição e busca por aprimoramento. Os outros três participantes possuem formação em nível de pós-graduação, sendo que dois deles detêm mestrado em Química ou Ensino de Química, e um deles acumula múltiplas especializações, demonstrando um perfil de constante atualização.

Quanto ao tempo de experiência docente, a amostra revela-se heterogênea. Metade dos professores encontra-se na faixa de 2 a 5 anos de atuação, caracterizando um grupo em fase de consolidação da prática pedagógica. Os demais distribuem-se entre "menos de 2 anos" (um professor), "de 11 a 20 anos" (um professor) e "mais de 20 anos" (um professor). Essa variação é positiva para a pesquisa, pois permite captar visões tanto de docentes em início de carreira quanto daqueles com vasta experiência em sala de aula.

Em relação ao nível de ensino, todos os seis participantes atuam no Ensino Médio, que é o foco central desta investigação. Um dos professores também mencionou lecionar para "Curso Técnico/Pré-vestibular", ampliando ligeiramente o espectro de sua atuação, mas mantendo a pertinência com a etapa escolar analisada.

Um dado que merece destaque, e que já sinaliza um dos desafios a serem explorados, é a formação continuada específica para o ensino de Radioatividade/Física Nuclear. Dos seis respondentes, cinco afirmaram nunca ter tido acesso a um curso de capacitação sobre o tema. Apenas um professor não respondeu diretamente, deixando o campo em branco, o que pode ser interpretado como a inexistência dessa formação. A ausência quase unânime de preparo específico sobre a temática reforça a hipótese de que o ensino de Radioatividade

é, muitas vezes, sustentado pelo conhecimento adquirido na graduação e pela busca individual do professor, e não por políticas de formação continuada direcionadas.

Com base nas categorias estabelecidas no quadro 2, deu-se início a análise e interpretação dos dados coletados por meio dos instrumentos de pesquisa utilizados neste estudo.

5.3.1 Categoria 1 - Percepção sobre a Importância do Tema Radioatividade

A categoria 1 emergiu a partir de termos que destacavam a relevância da Radioatividade. Essa importância é evidenciada tanto pela relação do tema com o cotidiano e suas aplicações sociais, especialmente na medicina e na geração de energia, quanto pelo seu papel fundamental na formação de cidadãos críticos.

A sua presença na BNCC e a cobrança em provas de seleção para o ingresso nas universidades, também foram argumentos frequentes entre as respostas dos participantes, embora tenha surgido um contraponto de que o tema pode ser visto como “desatualizado” e repetitivo por alguns professores, como observa-se nos seguintes excertos:

P1: A radioatividade é um assunto muito relevante, que deve ser abordado nas escolas do Ensino Médio, pois, além de ser um assunto muito cobrado nas avaliações externas, falta conhecimento de uma boa parte da sociedade.

P2: Atualmente o tema está desatualizado, por mais que seja abrangente, o mesmo acaba sendo, trabalho rapidamente em sala de aula, devido sempre ser as mesmas informações.

P4: É de grande importância para a sociedade saber dos benefícios e malefícios de alguns elementos da natureza, principalmente os radioativos ao qual está presente em nossas vidas devido aos seus benefícios. Seja na saúde na energia etc.

P5: Eu considero a abordagem do tema Radioatividade muito importante no currículo de Química, pois além de ser um conteúdo previsto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ele permite relacionar os conceitos científicos com situações do cotidiano e com questões sociais, ambientais e de saúde. Ao estudar a radioatividade, os estudantes podem compreender fenômenos como os usos médicos (radioterapia, exames de imagem), aplicações tecnológicas (geração de energia nuclear) e refletir criticamente sobre os riscos e impactos ambientais associados.

As respostas de quatro dos seis professores participantes da pesquisa, destacam o reconhecimento da Radioatividade como um conteúdo relevante tanto no desenvolvimento formativo dos estudantes quanto para a formação cidadã deles. Percebe-se que os participantes destacam a utilidade prática dos conhecimentos relativos à Radioatividade, sobretudo na medicina e no setor de energia, o que por sua vez demanda a necessidade de preparar os estudantes para compreender questões sociais e ambientais relacionadas ao tema.

O Professor 1, destaca sua preocupação com a falta de conhecimento da sociedade sobre o tema radioatividade, e reforça o papel da escola em suprir essa lacuna e preparar os estudantes para as avaliações externas. Já o Professor 5, complementa ao associar a radioatividade à BNCC, ao evidenciar seu caráter obrigatório e multidisciplinar, o que possibilita conectar o conhecimento científico com situações cotidianas, como por exemplo, questões de saúde, meio ambiente e sociais.

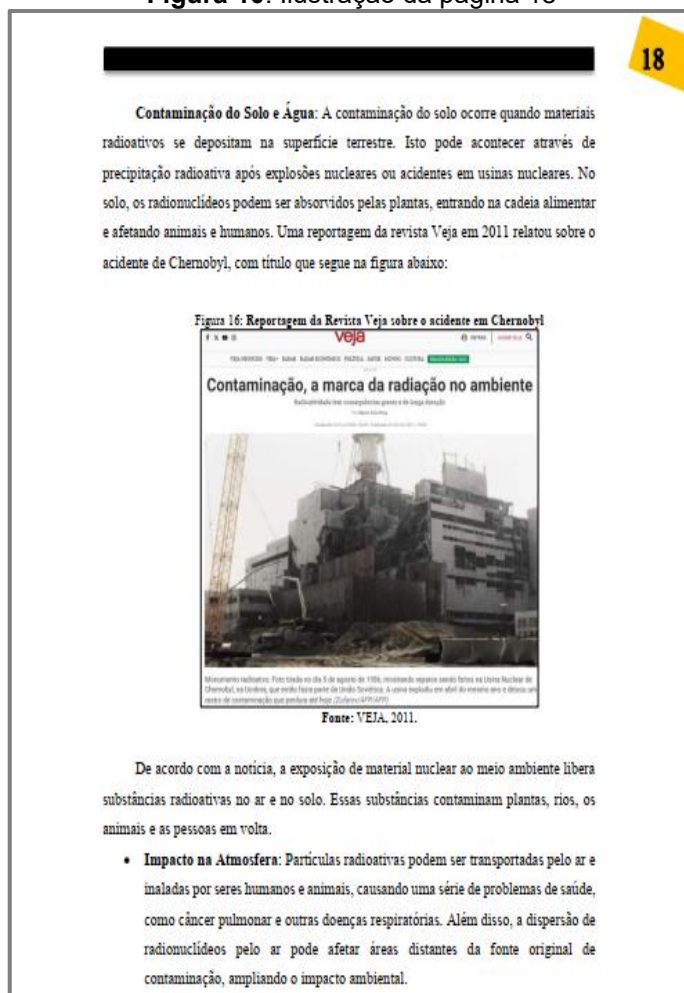
Por outro lado, observa-se na resposta do Professor 2, um contraponto, ao considerar o tema como “desatualizado”, pois trata-se de uma repetição de informações, o que pode indicar uma necessidade de renovação das abordagens pedagógicas, a fim de estas possibilitem tornar o conteúdo mais atraente e contextualizado. O que se aproxima da resposta do Professor 4, que reforça o aspecto social, ao enfatizar que compreender os benefícios e malefícios dos elementos radioativos é fundamental para o cidadão moderno, pois sua presença é frequente na vida diária.

De maneira geral, as respostas dos participantes da pesquisa apontam que a Radioatividade é percebida como um tema essencial, tanto por sua aplicabilidade quanto por sua relevância social. Contudo, os participantes da pesquisa apontam desafios relacionados à atualização do conteúdo e à sua contextualização. A valorização do tema está associada à formação de estudantes críticos, capazes de refletir sobre os impactos e aplicações da Radioatividade em diferentes espaços da sociedade.

Por outro lado, destaca-se o Guia Didático – “Radioatividade no Ensino Médio” - elaborado nesta pesquisa, que apresenta, nas páginas 17 a 21, o Capítulo 3 – Efeitos da Radioatividade no Meio Ambiente, dedicado aos efeitos da radioatividade no meio ambiente. Na Figura 10 pode-se verificar que o capítulo vem abordando algumas situações sobre contaminação, o qual permite ao professor trabalhar tanto

o conceito científico da contaminação radioativa quanto sua dimensão social e histórica, indo além da simples definição técnica. O capítulo explica que a contaminação do solo ocorre quando materiais radioativos se depositam na superfície terrestre, além de citar que isso pode acontecer através de precipitação radioativa após explosões nucleares ou acidentes em usinas nucleares.

Figura 10: Ilustração da página 18



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Além disso, a sequência didática incluída no Guia Didático – “Radioatividade no Ensino Médio”, na 3ª hora/aula (página 34), conforme Figura 11, apresenta um estudo de caso sobre acidentes nucleares - Chernobyl, Fukushima e Goiânia - evidenciando que a análise de situações reais possibilita aos alunos relacionar a teoria às consequências socioambientais, desenvolvendo o pensamento crítico acerca de riscos, segurança e responsabilidade no uso da tecnologia nuclear.

Figura 11: Sequência Didática – 3ª hora/aula

3ª Hora: Impactos Ambientais e Debate Crítico Estudo de caso (30 min): ○ Análise dos acidentes nucleares (Capítulo 3): Chernobyl, Fukushima e Goiânia. ○ Divisão da turma em grupos para criar tabelas comparativas (Proposta 3) sobre benefícios e malefícios da energia nuclear. Discussão guiada (20 min): ○ Perguntas norteadoras: 1. A energia nuclear é sustentável? 2. Como equilibrar avanço tecnológico e segurança? Avaliação (10 min): ○ Produção de um parágrafo reflexivo ou mapa mental sobre o tema. ○ Opcional: Exibição do trailer da série <i>Chernobyl</i> (citada no Capítulo 4) para encerrar.
--

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

5.3.2 Categoria 2 - Dificuldades de Aprendizagem Percebidas nos Alunos

A categoria 2 relaciona a partir das falas dos professores participantes da pesquisa, as dificuldades que eles identificam junto aos alunos, na compreensão dos conceitos, uma vez que se trata de conhecimentos que não podem ser materializados, nem contextualizados com situações, modelos ou formas de objetos reais, comum do cotidiano do estudante.

Nesse sentido, as respostas dos participantes evidenciam uma barreira imposta por pré-conceitos e “medo” associados à palavra radiação, culminando na dificuldade geral de relacionar o conteúdo com a realidade cotidiana, como observa-se nas falas dos Professores:

P1: Parece que é bem distante deles.

P2: A principal dificuldade está na abstração do tema, já que a radioatividade não é algo visível ou palpável para os alunos. Por se tratar de processos que ocorrem em nível atômico e subatômico, muitos estudantes têm dificuldade em criar uma representação mental clara. Isso exige o uso de analogias, recursos visuais e exemplos práticos para tornar o conteúdo mais concreto e próximo da realidade deles.

P4: Pois só torna visível quando se fala de bombas ou raio x que é algo em que já tem um pouco de entendimento.

P5: Falta de base, conhecimento primordial sobre a estrutura atômica

As respostas dos professores destacam que os alunos enfrentam obstáculos na compreensão dos conceitos relacionados à Radioatividade, principalmente por

se tratar de um conhecimento abstrato e pouco presente no cotidiano deles. A dificuldade de materializar ou associar o tema a modelos reais contribui para que o conteúdo seja percebido como distante da realidade dos alunos. Quando o P2 menciona a “*abstração do tema*” e a dificuldade em criar uma “*representação mental clara*”, e o P5 aponta a “*falta de base em estrutura atômica*”, eles estão, na verdade, identificando a carência de subsunçores específicos e claros no campo do conhecimento químico. Conforme Moreira (2023), sem esses conhecimentos prévios relevantes, o novo conteúdo (a Radioatividade) não pode ser ancorado e integrado, tendendo a uma aprendizagem mecânica e descontextualizada. A observação do P4 de que a radioatividade “só torna visível” quando associada a bombas ou raios-X evidencia que o subsunçor disponível para muitos alunos é justamente um conhecimento prévio marcado por conotações negativas e fragmentadas, o que pode dificultar a assimilação equilibrada dos aspectos benéficos da radioatividade.

Quando questionados sobre a clareza do guia didático, todos os professores avaliaram que o material apresentou clareza e linguagem acessível. Como observase nos excertos:

P1: O material elaborado está bem acessível, de fácil compreensão.

P2: Possui sim uma linguagem bem acessível para a abordagem do conteúdo alvo.

Esse dado é relevante, pois a linguagem didática e clara é um dos pilares para a autonomia docente na utilização de materiais educacionais. A acessibilidade linguística favorece a apropriação do conteúdo pelo professor e, consequentemente, sua mediação em sala de aula.

Ao serem questionados se os alunos conseguiram compreender o conteúdo, embora com algumas dificuldades pontuais, um dos docentes observou que:

P3: Alguns ficaram com dúvidas quanto aos tipos de efeitos da radiação no corpo humano.

O que pode indicar a necessidade de aprofundamento ou de estratégias complementares para abordar esse tópico específico. Apesar disso, a avaliação geral foi positiva, com destaque para a participação ativa dos estudantes.

Além disso, as ferramentas sugeridas — como animações, filmes e experimentos — foram consideradas eficazes para a compreensão dos alunos. Um professor relatou:

P3: Foi usado um filme do Godzilla para mostrar alguns conceitos de radioatividade [...] observou-se que os alunos não só compreenderam, mas também puderam ter a reflexão.

P6: Consegui chamar atenção dos alunos

Outro docente destacou que a parte experimental foi:

P5: O que mais ajudou no processo.

Esses relatos reforçam a importância de recursos diversificados no ensino de ciências, especialmente para temas complexos como a radioatividade.

De modo geral, as respostas dos Participantes indicam que as principais dificuldades dos alunos residem na abstração do tema, na ausência de modelos concretos, na influência de pré-conceitos e no déficit de conhecimentos prévios fundamentais. Esses fatores tornam o ensino da Radioatividade desafiador, exigindo do professor estratégias pedagógicas diferenciadas, que favoreçam a contextualização, o uso de analogias e a aproximação do conteúdo com a realidade dos alunos.

Esses pré-conceitos como “a radiação é um perigo mortal e anormal” podem ser esclarecidos no Guia Didático – “Radioatividade no Ensino Médio” - como observa-se no Capítulo 2 – Radiação Ionizante e Não Ionizante, entre as páginas 13 e 16, que explicou e apresentou no texto do capítulo a definição de radiação ionizante e não ionizante, e no Capítulo 3 - Efeitos da Radioatividade no Meio Ambiente, páginas 17 a 20, onde é explicada a diferença de termos como radiação e irradiação. O guia traz sua contribuição iniciando no Capítulo 2 com perguntas retóricas do cotidiano, como por exemplo, “Você já fez um Raio-X?” ou “Já ouviu falar em radioterapia?”. Isso imediatamente ancora o tema na experiência pessoal

do aluno, retirando-o do campo do “sobrenatural” ou “irreal”. Isso busca minimizar o preconceito inicial, pois antes de abordar sobre os perigos, o guia estabelece que a radiação é parte do nosso ambiente, e o medo vai cedendo espaço à curiosidade.

Na busca por colaborar com o processo de aprendizagem dos alunos em relação à temática de radioatividade, o Guia Didático apresenta na Atividade 4 (página 24), a utilização de analogias, como no exemplo da fusão dos personagens Goku e Vegeta, a fim de facilitar a compreensão dos termos fusão e fissão nuclear, conforme visto na Figura 12:

Figura 12: Exemplo para explicar a Fusão de Goku e Vegeta

Proposta de Atividade 4 – Fusão ou Fissão? A Ciência por Trás dos Animes

Professor, a utilização de analogias pode auxiliar os alunos a compreenderem conceitos que não conseguimos imaginar, pois são termos abstratos. Uma ideia para trabalhar o conceito de fissão e fusão é usar a analogia com o anime Dragon Ball Z, onde dois personagens realizam uma fusão para derrotar o inimigo, conforme a imagem 22.

Figura 22: Fusão de Goku e Vegeta



Fonte: GOKU E VEGETA FAZEM A FUSÃO. Youtube, 2024.

✓

Caso considere necessário, mostre o vídeo comparando os dois processos, com a performance dos dois personagens, disponível no link: https://www.youtube.com/watch?v=5C8dPQ_-M_c

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

Além disso, a Atividade 5 (página 25) apresenta-se como alternativa, o uso de filmes e/ou séries que possam ser incorporados às aulas, como observa-se na Figura 13.

Figura 13: Proposta de utilização de filmes

Proposta de Atividade 5 – Cinema e Radiação: Discutindo Ciência através das Telas

Professor, a utilização de filmes ou seriados podem ser uma alternativa para suas aulas. Para esta proposta, separei algumas opções que estão relacionadas ao tema Radioatividade. Fica a critério apresentar aos alunos todo o filme ou apenas realização de comentários sobre.

Opção 1: Hulk (2003);
 Opção 2: Capitão América, admirável mundo novo (2025);
 Opção 3: Série Chernobyl (2019) – disponível na plataforma MAX;
 Opção 4: Três dias que mudaram tudo (2023) – disponível na plataforma NETFLIX;



Caso considere necessário, separe uma aula ou duas para passar alguns dos episódios da série, ou algo que seja mais próximo ao seu interesse.

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

5.3.3 Categoria 3 - Desafios Enfrentados pelo Professor no Ensino dos Conceitos de Radioatividade

A categoria 3 identificou obstáculos materiais e estruturais, como a falta de material didático adequado e de equipamentos para experimentação, além da carga horária insuficiente para uma abordagem aprofundada dos conceitos. Somam-se a isso, os desafios pedagógicos intrínsecos, como a complexidade inerente do conteúdo e a dificuldade de contextualização, como observa-se nos excertos:

P1: É um assunto que precisa um pouco mais de tempo.

P2: Um dos pontos mais críticos desse conteúdo é a aplicabilidade, uma vez que é impossível os alunos terem acesso a práticas experimentais tão elevadas quanto essas, além da própria dificuldade de associar o conteúdo ao dia a dia do aluno, que não crê que esse conteúdo está próximo de sua realidade, além disso a pouca carga horária.

P3: Falta de livro para ver exemplos. Devido ao modelo atual do ensino médio, teve turma grande mente prejudicada. E por fim, a dificuldade do aluno relacionar os conceitos.

P4: A ausência de materiais e equipamentos impede a realização de atividades experimentais que poderiam facilitar a compreensão, e a complexidade do conteúdo exige maior esforço para adaptar a linguagem e desenvolver estratégias didáticas acessíveis aos estudantes.

P5: Pouco material

As respostas dos participantes na Categoria 3, evidenciam dificuldades tanto materiais quanto estruturais próprias da cultura escolar. Os professores destacam a falta de material didático adequado e a ausência de equipamentos para experimentação, a carga horária insuficiente é apontada como um obstáculo para tratar os conceitos de forma aprofundada, indicando que o tempo disponível nas aulas não é suficiente para desenvolver estratégias que promovam a compreensão efetiva do tema.

Os desafios relatados pelos professores podem ser interpretados como barreiras contextuais à implementação dos princípios da teoria de Ausubel. Para Moreira (2017), que fundamenta sua análise na Teoria da Aprendizagem Significativa, a aprendizagem significativa requer, além de subsunçores no aluno, um material potencialmente significativo, isto é, organizado de forma lógica e relacionável, e um organizador prévio que faça a ponte entre o que o aluno já sabe e o que precisa aprender. As falas dos professores revelam as dificuldades em criar essas condições ideais.

Do ponto de vista pedagógico, os participantes ressaltam a complexidade inerente ao conteúdo de radioatividade e a dificuldade de contextualização. Por exemplo, o P2 menciona que os alunos têm dificuldade de perceber a aplicabilidade dos conceitos, pois não conseguem associá-los ao seu cotidiano, o que reforça o distanciamento entre o conteúdo e a realidade dos estudantes. O P3 e o P5 reforçam a ausência de livros e materiais de apoio como um fator que prejudica o processo de aprendizagem, especialmente em turmas maiores, onde o acompanhamento individual se torna mais difícil.

A análise dos excertos mostra que os professores enfrentam uma série de barreiras estruturais (como falta de recursos e tempo), mas também desafios relacionados à natureza abstrata e complexa do conteúdo. A ausência de

atividades experimentais, mencionada por P4, impede que os alunos desenvolvam representações mentais concretas, tornando o aprendizado mais mecânico e menos significativo. Isso está alinhado com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1963), apresentada no contexto, que destaca a importância de relacionar novos conceitos a conhecimentos prévios relevantes (subsunçores) para que a aprendizagem seja efetiva.

Em resumo, as respostas dos participantes revelam que, para superar tais desafios, é necessário não apenas disponibilizar materiais e recursos apropriados, mas também investir em estratégias pedagógicas que contextualizem o conteúdo e promovam a aproximação com a realidade dos alunos. A mediação ativa do professor e a adaptação dos materiais às condições reais da escola são postos-chave para tornar o ensino da radioatividade mais acessível e significativo.

A categoria 3, destaca-se das demais por agrupar fatores impeditivos totalmente fora do escopo de controle do produto ou do professor em sua prática imediata. Foram incluídos nessa categoria, todos os trechos que atribuíram a não aplicação ou a dificuldade de uso a condições estruturais da escola, do sistema de ensino ou a fatores externos que impactam a rotina docente — barreiras contextuais que circundam o Guia.

Ao serem questionados sobre tempo e aplicabilidade do guia, dois professores indicaram que o tempo proposto na sequência didática não foi suficiente. Um deles justificou:

P5: O tempo é bem reduzido principalmente para a apresentação do filme e as atividades propostas.

Outro mencionou que, embora a proposta fosse adequada:

P6: Devido ao curso de mudanças escolares não houve total aplicação

Esses relatos apontam para a necessidade de repensar a carga horária sugerida ou oferecer orientações para adaptações temporais.

Percebe-se que a maioria dos professores relatou a restrição do tempo curricular, sobrecarregado por demandas externas.

P1: O tempo é bem reduzido.

P2: O tempo foi reduzido pois houve palestra na escola.

P3: Tive dificuldade quanto ao quantitativo de alunos que cabem no laboratório para a prática.

P4: Não houve total aplicação devido ao tempo.

Como as atividades propostas pelo Guia eram consideradas extensas, os professores tiveram de adaptá-las à sua realidade de tempo disponível, conforme exemplificado nos trechos extraídos das respostas dos participantes, do formulário de validação do produto educacional:

As respostas dos participantes obtidas pelo instrumento de validação do produto, destacam que a dificuldade de implementação do Guia está diretamente ligada às condições contextuais e estruturais das escolas, como carga horária insuficiente, eventos paralelos e limitações físicas dos ambientes de ensino. Essas barreiras quase sempre direcionam os professores a adaptar o material, tornando impossível a aplicação integral das propostas originais.

Contudo, percebe-se uma mediação ativa do professor ao utilizar o material proposto considerando a realidade da sua sala de aula, ao realizar as adaptações como observa-se nos excertos:

P2: Adaptei por conta da disponibilidade dos materiais da escola.

P3: Adaptada para a minha localidade, porque alunos de zona rural possuem pouca ou quase nenhuma informação.

P4: Não completamente, em partes adaptando.

P5: Foi reduzido e adaptado.

P6: Adaptado para a realidade da minha escola.

As respostas indicam uma característica fundamental do Guia Didático, ele foi tratado como um roteiro flexível pelos professores participantes da pesquisa, não como algo engessado. A situação evidencia que a “limitação” do tempo disponível para que cada professor o utilize não decorre do produto em si, mas constitui uma característica inerente a qualquer material didático quando inserido na diversidade e complexidade do contexto educacional brasileiro.

Quando questionados sobre qual parte do produto mais auxiliou no trabalho com o conteúdo, os professores citaram diferentes elementos:

P1: As atividades 1, 3 e 6.

P2: A prática experimental.

P4: O uso de filmes como recurso lúdico.

P6: O experimento e a parte dos filmes me auxiliaram na aula.

Essa diversidade de respostas evidencia a flexibilidade do material, que contempla múltiplas estratégias de ensino, respeitando diferentes estilos e contextos de atuação docente.

Dois dos três professores afirmaram ter utilizado a sequência didática proposta, com adaptações ao seu contexto. Um deles mencionou que

P1: Utilizei filmes como o Godzilla para discutir conceitos de radioatividade, observando que os alunos não só compreenderam, mas também puderam ter a reflexão de que a radioatividade é importante em vários contextos.

O professor que não utilizou integralmente a sequência justificou que precisou adaptá-la à sua realidade escolar, o que demonstra a necessidade de materiais flexíveis e abertos à reelaboração.

A receptividade dos alunos foi positiva nos relatos:

P1: As atividades foram aceitas pelos alunos por permitirem o contato com bancos de informações sobre o conteúdo.

P2: Gostaram da parte de ter filme.

A utilização de diferentes linguagens e recursos mostrou-se eficaz para engajar os estudantes e facilitar a compreensão de conceitos abstratos.

De maneira geral, percebe-se que os professores enfrentam limitações próprias da cultura escolar e pedagógicas para criar as condições (tempo, material, estratégias de contextualização) que possibilitem ações possíveis de promoção de uma aprendizagem significativa.

5.3.4 Categoria 4 - Estratégias e Recursos Didáticos Utilizados para o Ensino de Radioatividade

As Estratégias e Recursos Didáticos Utilizados descritos na Categoria 4, foram diversificadas. A análise revelou a persistência de uma base tradicional, com aula expositiva dialogada, resolução de exercícios e problemas relacionados à temática. No entanto, foi significativo o relato do uso de tecnologias, como simulações online (PhET), documentários e filmes. Abordagens contextuais, incluindo discussão de casos reais, debates e, notadamente, o uso da história da ciência, além de analogias e metáforas, foram estratégias valorizadas. Jogos didáticos e aulas práticas, por sua vez, foram recursos menos citados.

P1: As simulações permitem uma visualização melhor do tema com a relação da construção do conhecimento dos alunos, já que eles estão inseridos no meio digital e utilizam a tecnologia acessando vídeos e animais rápidas, por isso a escolha da simulação foi a opção escolhida, pois está condizente com a rotina dos alunos.

P2: Escolhi esses recursos porque permitem tornar o tema da radioatividade mais acessível e atrativo para os alunos. A aula expositiva dialogada e os exercícios ajudam na fixação dos conceitos; as analogias aproximam os conteúdos abstratos da realidade; documentários, filmes e séries despertam o interesse e mostram aplicações práticas; já a discussão de casos reais e debates favorece o pensamento crítico, conectando ciência, sociedade e meio ambiente.

P3: Ilustrações para se tornar mais atrativo e visível.

P4: Durante os anos trabalhamos com vários recursos e metodologias como debates sobre o uso.

As respostas dos participantes revelam que eles são ativos e carregam uma postura reflexiva sobre suas práticas, na qual eles selecionam suas estratégias com intencionalidade pedagógica clara. Eles utilizam um repertório diversificado de estratégias e recursos didáticos no ensino de Radioatividade. A aula expositiva dialogada continua sendo o eixo estruturante das práticas. Isso revela tanto a força da tradição pedagógica quanto a segurança que esse formato oferece aos docentes, especialmente em temas considerados complexos.

Os professores percebem que os alunos estão imersos no universo digital e, por isso, simulações, vídeos e filmes funcionam como mediadores eficazes em

suas aulas. A resposta do P1 reforça essa interpretação ao justificar a escolha das simulações por estarem “*condizentes com a rotina dos alunos*”.

O P2 destaca que as analogias, os casos reais e os debates ajudam a conectar ciência, sociedade e meio ambiente, favorecendo o pensamento crítico. Isso indica uma preocupação em superar o ensino meramente conceitual, aproximando o conteúdo de situações concretas. O P3 evidencia o uso de ilustrações para tornar o conteúdo “*mais atrativo e visível*”, reforçando a importância da visualidade no ensino de temas abstratos em aulas de química. O P4 por sua vez, afirma que utiliza de forma recorrente a técnica dos debates ao longo dos anos, o que sugere uma prática consolidada de discussão crítica sobre o uso da Radioatividade.

Embora permaneça uma base tradicional, centrada na aula expositiva dialogada e na resolução de exercícios, observa-se a incorporação crescente de recursos tecnológicos, como simulações online (PhET), documentários e filmes. Além disso, aparecem estratégias de caráter contextual, como os debates, as discussões de casos reais e o uso da história da ciência, bem como o emprego de analogias e metáforas para facilitar a compreensão de conceitos abstratos.

Recursos como jogos didáticos e aulas práticas foram mencionados com menor frequência, sugerindo que ainda não fazem parte do repertório cotidiano da maioria dos participantes. As respostas mostram que os professores buscam equilibrar práticas tradicionais com estratégias inovadoras e contextualizadas. A presença de recursos tecnológicos e de abordagens que articulam ciência e sociedade indica uma tentativa de tornar o ensino mais significativo e alinhado às demandas atuais.

Ao analisar a proposta do Guia Didático – “Radioatividade no Ensino Médio”, percebe-se que o Capítulo 4 (páginas 27-30) e a 2ª hora/aula da sequência didática sugerem um experimento prático do tipo demonstrativo, com farinha e água para simular dispersão e descontaminação, como observa-se na Figura 14.

Figura 14: Proposta de Experimento Apresentado no Guia

Proposta de Atividade 7 – Mãos na Massa: Simulando Contaminação e Descontaminação Radioativa Professor, a utilização de experimentos é uma ferramenta poderosa para transformar conceitos abstratos em conhecimento concreto. Por isso, montei um experimento com roteiro prático e utilização de materiais com baixo custo, caso queira utilizar. Este experimento vai demonstrar a diferença entre radiação e contaminação, como falado anteriormente. <u>EXPERIMENTO DE SIMULAÇÃO: DISPERSÃO E DESCONTAMINAÇÃO DE MATERIAIS RADIOATIVOS</u> Objetivo: Demonstrar como a contaminação radioativa pode se espalhar pelo ambiente e as técnicas que podem ser usadas para a descontaminação. Materiais Necessários (Figura 23) A. Farinha (representando os materiais radioativos) B. Pincel ou escova pequena C. Espátula D. Papel filtro ou filtro de café E. Água	Figura 23: Materiais Necessários para Realização do Experimento  Fonte: Autora (2024) Procedimento Preparação do Solo Contaminado: Espalhe uma camada uniforme de areia fina sobre a bandeja para representar o solo. Polvilhe um pouco de farinha sobre a superfície da areia. A farinha simulará os materiais radioativos, conforme na imagem abaixo (Figura 24). Figura 24: Preparação do solo contaminado
---	---

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

A Figura 14 ilustra a proposta de experimento prático de caráter demonstrativo, incluída no Capítulo 4 do Guia Didático. A atividade utiliza materiais de baixo custo e fácil acesso (farinha e água) para simular os processos de dispersão e descontaminação de partículas radioativas.

Esse experimento visa concretizar conceitos frequentemente abstratos e de difícil compreensão, como contaminação (presença indesejada de material radioativo em superfícies ou meios) e irradiação (exposição direta a uma fonte radioativa), distinguindo-os de forma visual e prática.

Sua inclusão no guia busca suprir uma lacuna comum na abordagem tradicional da Radioatividade: a falta de atividades experimentais viáveis e seguras para o ambiente escolar. Ao permitir que os alunos observem como um material particulado (a farinha) pode se dispersar no ambiente e como diferentes procedimentos (como limpeza com água) podem ou não o remover, o experimento opera como um organizador prévio concreto na perspectiva ausubeliana. Ele fornece uma base empírica que facilita a posterior compreensão dos processos de descontaminação em acidentes nucleares, da importância dos protocolos de segurança e dos desafios práticos do manejo de resíduos radioativos, conectando o conceito teórico a uma representação visual e tátil.

A proposta experimental apresentada na Figura 14 é efetivamente incorporada e detalhada na Figura 15, que exhibe o passo a passo da 2ª hora/aula da sequência didática. Nessa etapa, o experimento deixa de ser apenas uma sugestão isolada e passa a integrar uma sequência pedagógica estruturada, com

objetivos claros, materiais listados, procedimentos operacionais e questões norteadoras para a discussão pós-experimento. A transição da proposta teórica (Figura 14) para a aplicação estruturada na sequência (Figura 15) exemplifica como o guia didático busca oferecer ao professor não apenas ideias, mas um roteiro prático e contextualizado para implementação em sala de aula, reforçando a ponte entre a teoria, a experimentação e a análise crítica.

Figura 15: Aplicação do experimento na sequência

	2ª Hora: Radiação e Seus Efeitos Atividade prática (Proposta 6 do Capítulo 4) (30 min): ○ Experimento de simulação com farinha e água para demonstrar a diferença entre contaminação e irradiação (Figuras 20-24 do guia). ○ Realizar discussão com a turma: Como a contaminação se espalha? Quais são os riscos?	
--	---	--

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

O experimento colabora na concretização de conceitos abstratos como contaminação e irradiação, e pode promover a aprendizagem ativa ao mesmo tempo em que facilita a visualização de processos ambientais e de descontaminação. Percebe-se que as estratégias utilizadas pelos professores não são apenas técnicas interessantes, mas sim, intervenções pedagógicas diretamente alinhadas aos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1963). Compreende-se que é necessário que o material elaborado seja potencialmente significativo, a contextualização por meio de filmes, documentários e casos reais, como apontado pelos Participantes P2 e P4, pode ser uma ferramenta essencial para atribuir significado ao conteúdo de Radioatividade. Ao conectar os conceitos teóricos a aplicações médicas, acidentes históricos ou dilemas sociais, o professor organiza e contextualiza informações, criando um conhecimento que atribui sentido aos conhecimentos social que o aluno possui.

Tal prática aumenta a chance de que o aluno consiga, ancorar o conhecimento científico ao conhecimento que ele já tem. Essa inferência indica que os professores possuem um saber prático-teórico coerente, ainda que intuitivo, que os leva a buscar, de forma autônoma, caminhos alinhados com os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa para reduzir as limitações impostas pelos desafios estruturais, como observa-se na Categoria 3.

5.3.5 Categoria 5 - Uso da História da Ciência para Ensinar Radioatividade

A Categoria 5 mostrou-se uma estratégia com identidade própria. Seu uso foi descrito pelos professores como uma ferramenta para humanizar a ciência e despertar a curiosidade, por meio da contextualização histórica das descobertas de cientistas como Becquerel e Marie Curie, frequentemente utilizando filmes como recurso introdutório. Essa ideia foi destacada em alguns excertos:

P1: Para embasar historicamente o conteúdo.

P2: Um dos pontos mais importante é a história de Marie Curie, mostrando o descobrimento dos dois elementos radioativo, rádio e polônio além de trazer o conceito de fissão nuclear a partir do urânio.

P3: Primeiramente passo o conceito de radioatividade e posteriormente o filme de Marie Curie. Dessa forma os alunos conseguem relacionar os conceitos e visualizar no filme.

P4: Costumo utilizar a história da ciência como recurso pedagógico porque ela aproxima os estudantes do contexto em que as descobertas aconteceram e mostra a ciência como um processo humano, cheio de desafios e superações. Ao trazer nomes como Becquerel e Marie Curie, consigo despertar curiosidade, valorizar o papel dos cientistas e relacionar o conteúdo com aspectos sociais, históricos e até éticos, tornando o aprendizado mais significativo.

P5: Normalmente antes do assunto faço a abordagem e avanços históricos.

As falas dos professores revelam uma aplicação da História da Ciência em três movimentos principais. Os professores participantes da pesquisa utilizam a narrativa histórica para situar o estudante no contexto das descobertas, permitindo compreender a ciência como um processo construído ao longo do tempo. Isso fica claro nas respostas de P1 e P5, que destacam a necessidade de “*embasar historicamente*” o conteúdo e apresentar “*avanços históricos*” antes da teoria. Os participantes utilizam a história para embasar o conteúdo, sugerindo que a dimensão temporal fornece um alicerce ou uma estrutura narrativa que organiza e atribui significado aos conceitos, funcionando como um fio condutor entre o processo histórico e a construção do conhecimento.

Além disso, a ciência deixa de ser apresentada como um conjunto de fatos prontos e passa a ser vista como uma atividade humana, permeada por desafios, erros, superações e implicações sociais. O P4 é um exemplo mais completo dessa

perspectiva, o Participante, oferece a justificativa mais abrangente e rica, articulando objetivos interligados, ao mostrar a ciência como um *"processo humano, cheio de desafios e superações"*, ao desmistificar a visão de ciência como um conjunto de verdades estáticas e despersonalizadas, despertar curiosidade e valorizar o papel dos cientistas, tocando na dimensão motivacional e humana do aprendizado, e também relacionar o conteúdo com aspectos sociais, históricos e até éticos, além de ser usada como uma ferramenta de interdisciplinaridade e pensamento crítico, inserindo a radioatividade no fluxo da cultura e das decisões humanas, que entra em acordo com o P1 e P5.

Percebe-se em suas respostas que os professores reconhecem que a narrativa histórica, especialmente quando associada a filmes, ajuda os estudantes a visualizar conceitos abstratos e a estabelecer relações entre conceitos teóricos e práticos. As respostas do P2 e P3 focam na biografia como motor de engajamento e concretização, no qual a trajetória de Marie Curie é apresentada não apenas pelos seus feitos e descoberta dos elementos Rádio e Polônio, mas como uma narrativa que carrega em si os conceitos. O P3 explicita essa relação didática, primeiro os conceitos abstratos são apresentados, e depois a história através do filme os encarna, permitindo aos alunos relacionar os conceitos e visualizar.

De maneira geral, fica evidente que a História da Ciência atua como um organizador prévio de tipo narrativo, no qual a principal dificuldade é a falta de subsunções no domínio específico da Física/Química nuclear. que oferece um subsunção de tipo diferente, mas profundamente eficaz, um subsunção humano, social e temporal. A história de Marie Curie, apontada nas respostas dos Participantes P2, P3 e P4 ou dos *"avanços históricos"* mencionado pelo participante P5, cria na estrutura cognitiva do aluno um esquema narrativo com desafio, investigação, descoberta e consequências, no qual os conceitos abstratos (radioatividade, meia-vida e partículas) podem ganhar significado. A história fornece o contexto de significação que a definição pura não oferece.

Percebe-se por meio das falas dos Participantes da pesquisa ao considerarem questões como: *"embasar historicamente"* - (P1), *"mostrar o descobrimento"* - (P2), *"relacionar e visualizar"* - (P3), *"processo humano"* - (P4), *"despertar curiosidade"* - (P4), *"aspectos sociais/éticos"* - (P5), *"abordagem histórica"* - (P5), eles compartilham uma mesma compreensão acerca da função

pedagógica da História da Ciência, a de constituir uma ferramenta de contextualização, humanização e atribuição de significado.

A elevação do uso da História da Ciência a uma categoria própria e distinta - e não a um mero item entre diversas estratégias – configura um achado empírico significativo. Tal constatação evidencia que, na prática docente refletida, essa abordagem é reconhecida como eficaz para enfrentar o núcleo do desafio relacionado ao ensino de Radioatividade. Essa inferência dialoga diretamente com Moreira (2022) ao corroborar a ideia de que estratégias capazes de fornecer um contexto amplo e um significado humano são percebidas como as mais adequadas para promover a ancoragem significativa de conceitos complexos e abstratos.

Conforme Moreira (2022) explica que a aprendizagem significativa depende da possibilidade de o estudante relacionar novos conhecimentos a elementos já presentes em sua estrutura cognitiva. Segundo o autor, esse processo se torna muito mais eficiente quando o material didático é organizado e contextualizado, pois contextos relevantes — históricos, sociais ou vivenciais — funcionam como organizadores prévios que oferecem a base conceitual necessária para que o aprendiz atribua sentido pessoal a conteúdos complexos e abstratos.

A Sequência Didática proposta no Guia Didático – “Radioatividade no Ensino Médio”, oferece, portanto, um subsídio para esta categoria, no Capítulo 5 (páginas 33 e 34), na 1ª hora de aula, é sugerido ao professor que introduza o conteúdo de Radioatividade e Energia Nuclear por meio de uma aula expositiva dialogada sobre modelos atômicos e Marie Curie. Essa abordagem mostra-se necessária para situar os alunos na evolução histórica dos modelos atômicos e na descoberta da radioatividade, criando uma base conceitual sólida e contextualizada antes de avançar para aplicações e impactos. A Categoria 5 evidencia que os professores, em sua prática, já operam com um princípio fundamental de Ausubel (1963) ao considerar que o conhecimento só é plenamente aprendido quando ganha um contexto que lhe atribui sentido. A História da Ciência constitui, para os Participantes da Pesquisa, a ferramenta privilegiada para construir esse contexto, tornando-se um eixo central no combate ao ensino descontextualizado e mecânico e apontando para um caminho pedagógico alinhado com a busca por uma aprendizagem verdadeiramente significativa.

5.3.6 Categoria 6 - Avaliação dos Livros e Materiais Didáticos

A Categoria 6 revelou uma visão majoritariamente crítica dentre os Participantes da Pesquisa. Os livros foram frequentemente classificados como “*superficiais*” (P2, P3 e P5), além de portarem uma “*visão negativa excessiva*” - (P4) sobre a Radioatividade. Outro apontamento dos participantes estão no foco excessivo em aspectos técnicos e cálculos, em detrimento de uma abordagem contextualizada. Esta percepção de insuficiência do material impresso leva à necessidade, frequentemente relatada, de complementar as aulas com uma gama de materiais extras para suprir as lacunas identificadas, como observa-se nos excertos:

P1: Atualmente a versão dos livros sempre traz as mesmas informações, limitando o próprio tema.

P2: Quando vemos o temos é superficial e muitas vezes falta ilustração para facilitar a compreensão.

P3: Considero que a abordagem é boa, mas superficial, porque os livros apresentam os conceitos básicos, porém sem aprofundar discussões sobre aplicações, riscos, benefícios sociais e impactos ambientais da radioatividade. Isso exige que eu complemente com materiais extras, debates e exemplos atuais para enriquecer o aprendizado dos alunos.

P5: Uso materiais próprios, pois os da escola são superficiais.

P6: Acredito que o ensino de radioatividade poderia ser mais valorizado no currículo, com materiais de apoio contextualizados, que unam teoria e prática e tragam reflexões sobre ciência, sociedade e ética.

A crítica dos professores aos livros didáticos indica que estes não alcançam plenamente os elementos pertinentes a um material didático potencialmente significativo e em fornecer organizadores prévios eficazes. Segundo Moreira (2011, p. 45), retomando as ideias de Ausubel (1968), para que ocorra aprendizagem significativa, o material deve ser lógico e psicologicamente significativo, isto é, relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz de modo não arbitrário e não literal". A “*superficialidade*” e a “*repetição de informações*” como apontado pelo participante P1, indica um material que não avança em complexidade nem se reconecta de formas diferenciadas com o conhecimento prévio dos alunos.

Para solucionar tanto a “superficialidade” - P2, P3 e P5, e a “visão negativa” - P4, o guia didático propõe as atividades 2 (Figura 16) e 3 (Figura 17) do Capítulo 4.

Figura 16: Proposta de atividade 2

Proposta de Atividade 2 – Radiação em Pauta: Lendo o Mundo com Olhos Científicos

Professor, trabalhe com reportagens ou artigos científicos para abordar os tipos de partículas radioativas, e onde elas estão sendo usadas ao redor do planeta. Uma aula com leitura trás vários benefícios para os alunos.

A seguir, sugerimos algumas opções de documentos (cartilha), reportagens, vídeos e artigos científicos:

1. [Nova radioterapia promissora](#) (NOTÍCIA)
2. [Cavernas com alto nível de radiação](#) (NOTÍCIA)
3. [Orientações sobre radiação Ionizante](#) (CARTILHA)
4. [Radioatividade entre o bem e o mal](#) (ARTIGO)
5. [MARCOS DA HISTÓRIA DA RADIOATIVIDADE E TENDÊNCIAS ATUAIS](#) (ARTIGO)
6. [Como funciona uma Usina Nuclear?](#) (VÍDEO)



Caso considere necessário, e seja disponibilizado recurso, leve as reportagens e/ou artigos já impressos para a turma. Faça a leitura em duplas ou trios.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Figura 17: Proposta de atividade 3

Proposta de Atividade 3 – Lições da História: Chernobyl, Fukushima e Goiânia sob Análise

Professor, trabalhe com os alunos os acidentes relacionados às emissões radioativas que provocaram impactos que ficaram registrados. Procure artigos, reportagens ou vídeos relacionados, para debater com os alunos. Proponha a criação de uma tabela comparativa sobre benefícios e malefícios do uso da energia nuclear. Peça que eles façam uma análise crítica sobre o uso dessa energia no mundo atual, seguido de debate entre grupos sobre os efeitos das radiações sobre a saúde animal e vegetal. Também é possível dividir a turma

nestes três acidentes, e pedir para que eles façam um esquema no quadro sobre o acidente em questão.

Chernobyl - 1986;
Fukushima - 2011;
Acidente com o césio-137 em Goiânia – 1987

➤ Ressalte que os vestibulares e o Enem cobram esses acidentes nas suas questões.

 Caso considere necessário, divida a turma em grupos de 5 e 6 pessoas, com cada grupo representando um acidente para apresentação de um seminário de no mínimo 10 minutos para cada grupo. Proponha ao final perguntas sobre os acidentes em forma de quis para que os alunos possam revisar cada um.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Além disso, a sequência proposta no guia também auxilia nos problemas citados, conforme a Figura 18:

Figura 18: 3ª hora da sequência didática

3ª Hora: Impactos Ambientais e Debate Crítico

Estudo de caso (30 min):

- Análise dos acidentes nucleares (**Capítulo 3**): Chernobyl, Fukushima e Goiânia.
- Divisão da turma em grupos para criar tabelas comparativas (**Proposta 3**) sobre benefícios e malefícios da energia nuclear.

Discussão guiada (20 min):

- Perguntas norteadoras:
 1. A energia nuclear é sustentável?
 2. Como equilibrar avanço tecnológico e segurança?

Avaliação (10 min):

- Produção de um parágrafo reflexivo ou mapa mental sobre o tema.
- Opcional: Exibição do trailer da série *Chernobyl* (citada no Capítulo 4) para encerrar.

Recursos Utilizados:

2. Materiais do experimento (farinha, água, filtros).
3. Reportagens e vídeos sugeridos no guia.
4. Quadro comparativo (**Proposta 3**).

Avaliação:

5. Participação nas discussões.
6. Qualidade das análises em grupo.
7. Produção escrita final.

OBSERVAÇÃO

Professor, caso ache válido, substitua os recursos conforme disponibilidade (ex.: usar celulares para pesquisas se não houver laboratório).

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

As atividades propostas utilizam reportagens atuais, artigos científicos e cartilhas. Isso traz exemplos reais e aprofundados sobre usos da radioatividade (ex.: “Nova radioterapia promissora”), situações ambientais (“Cavernas com alto nível de radiação”) e perspectivas históricas (“Marcos da história da radioatividade”), e substitui a mera menção aos acidentes por uma análise crítica e comparativa. Os alunos pesquisam, criam tabelas de benefícios/malefícios e debatem os impactos, indo muito além da descrição superficial.

A pouca contextualização para conceitos que envolvem as aplicações da Radioatividade e os impactos sociais citados pelos participantes P3 e P6 pode ser um complicador. Sem essas conexões com a realidade do aluno a Radioatividade permanece um conjunto de fatos arbitrários e abstratos, favorecendo a aprendizagem mecânica. Outro ponto destacado foi a pouca presença de ilustrações, como apontado pelo Participante P2 e, por extensão, de outros

recursos visuais, ou comparativos nos livros didáticos, a ausência de organizadores prévios explícitos que possam servir de ponte para o aluno. Dessa forma, o professor precisa criar esses organizadores que podem ser analogias, histórias e/ou imagens.

Portanto, quando os professores participantes apontam a carência de ilustrações nos livros didáticos, eles estão, na prática, identificando a falta de um suporte visual essencial para a criação de organizadores prévios efetivos. Essa lacuna pode comprometer a significatividade do material, pois o torna menos relacionável à experiência e à capacidade de representação mental do aluno. Consequentemente, o professor é sobrecarregado com a tarefa de suprir essa deficiência, tendo que buscar ou criar seus próprios recursos visuais para construir as pontes cognitivas que o livro não oferece. Essa crítica reforça a necessidade de materiais didáticos, como o guia proposto nesta pesquisa, que incorporem intencionalmente recursos visuais bem elaborados, não como meros enfeites, mas como ferramentas cognitivas fundamentais alinhadas aos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa, visando promover a ancoragem, a diferenciação e a integração não arbitrárias dos conceitos complexos da radioatividade.

De maneira geral, percebe-se que os Participantes da Pesquisa reconhecem a importância formativa e social do conteúdo de Radioatividade como observa-se nas respostas relacionadas na Categoria 1, porém, esbarram em uma tríade de obstáculos, a saber: a natureza abstrata do conteúdo como observa-se na Categoria 2 e a carência de recursos materiais e a insuficiência de tempo apontados na Categoria 3. Isso gera um ensino que, na prática, pode não alcançar a profundidade e a contextualização almejadas, conforme refletido na crítica aos livros didáticos na Categoria 6.

Quando questionados sobre a contextualização do conteúdo com o cotidiano dos alunos, o guia didático foi avaliado de forma positiva, embora um dos professores tenha apontado desafios relacionados ao perfil dos estudantes:

P1: Os alunos ao qual foi lecionado esse conteúdo, são de muitas vezes de zona rural, na qual, possuem pouca ou quase nenhuma informação desse conteúdo, até mesmo a contextualização quando aplicada de forma errada por de trazer dificuldades ainda maiores, por isso, foi trabalhado observando o material produzido, foi reduzido e adaptado a contextualização do assunto em si.

Essa fala evidencia a importância de considerar a realidade sociocultural dos alunos no processo de ensino, bem como a necessidade de adaptações contextuais.

Quanto à interdisciplinaridade, todos os professores concordaram que o material incentiva conexões com outras áreas do conhecimento, como Biologia, Física e História. Alguns deles afirmaram que:

P1: O material carrega consigo não só questões e história sobre os incidentes de radioatividade, mas também os aspectos relacionados aos efeitos biológicos quando alguém é exposto à radiação.

P2: Ele consegue dar um bom direcionamento envolvendo outras áreas.

P5: Pois aborda o mesmo conteúdo em ambos.

P6: O material é interdisciplinar pois carregar consigo não só questões e história sobre os incidentes de radioatividade, mas sim os aspectos relacionados aos efeitos biológicos quando alguém é exposto a radiação e etc.

Essa característica é fundamental para uma abordagem integrada e significativa do conhecimento.

Para mitigar a principal dificuldade dos alunos, a abstração, os Participantes demonstram uma postura ativa e criativa, evidenciada na Categoria 4. Eles não se limitam à aula expositiva tradicional e buscam por recursos multimídia como simulações, filmes, estratégias contextuais de casos reais e realização de debates. O uso universal da História da Ciência fica claro na Categoria 5 e vai além de uma mera “*curiosidade histórica*” - (P1); a qual se constitui como um recurso pedagógico intencional para tornar o aprendizado significativo, humanizar a ciência e fornecer uma narrativa que facilita a compreensão de conceitos abstratos.

A avaliação negativa dos livros didáticos na Categoria 6, indica um resultado importante. Ela sinaliza que o principal recurso instrucional disponível para professores e alunos é limitado quanto a uma abordagem crítica, atualizada e contextualizada. Isso sobrecarrega o professor, que precisa buscar e elaborar materiais complementares, e justifica a necessidade de produtos educacionais (como o guia didático proposto nesta pesquisa) que preencham essa lacuna. Observou-se ainda que os Professores Participantes da pesquisa valorizam o ensino do tema Radioatividade e se mostram envolvidos na busca por estratégias

didáticas diferenciadas, mesmo que enfrentem limitações expressivas em sua prática cotidiana. As categorias emergentes dessa análise revelam um panorama consistente que reforça a necessidade de um material de apoio didático que seja não apenas contextualizado e diversificado, mas que também integre a história da ciência como elemento central. Tal abordagem se mostra fundamental para apoiar os docentes na superação dos obstáculos relatados, possibilitando um ensino significativo e alinhado às demandas reais identificadas pelos próprios educadores.

A partir das categorias geradas na análise das respostas ao instrumento de validação do produto, foram realizadas inferências que permitem compreender como o Guia Didático para o Ensino de Radioatividade foi percebido pelos professores participantes, suas possibilidades e limitações na prática docente. A interpretação integra os achados empíricos com os pressupostos teóricos da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 1963), das metodologias ativas e da formação docente.

A análise das respostas ao instrumento de validação e da sequência didática aplicada pelos professores permitiu identificar, além das potencialidades, limitações significativas no uso do guia didático proposto. Essas críticas, constituem-se como contribuições valiosas para seu aprimoramento e para a reflexão sobre a viabilidade de materiais didáticos em contextos reais de ensino.

A análise das respostas também mostra que os professores, ao usarem o material, tornaram-se co-desenvolvedores, identificando gargalos como as atividades muito longas e propondo inovações como jogos didáticos. Isso válida a metodologia de pesquisa-intervenção e mostra o potencial de ciclos iterativos de melhoria. A necessidade de adaptação é um sinal de que o material foi levado a sério e tornou-se objeto de apropriação criativa pelo professor.

Essas limitações identificadas na prática são, portanto, direcionadores precisos para a evolução do produto educacional, confirmando que a pesquisa cumpriu seu objetivo de compreender não apenas as possibilidades, mas também os limites de utilização do material didático, fundamentando assim um ciclo contínuo de desenvolvimento e validação na área do ensino de Química.

Por fim, ao serem questionados sobre o potencial do produto para promover uma aprendizagem significativa, foi avaliado como:

P3: Maravilhoso.

P5: Excelente.

P6: De fácil aplicação e compreensão textual.

Os professores reconheceram que o material oferece subsídios para uma abordagem aprofundada e contextualizada, embora tenham apontado a necessidade de ajustes no tempo de execução e na quantidade de atividades.

A pesquisa mostra então que o Guia Didático para o Ensino de Radioatividade foi bem-sucedido em aspectos cruciais para a aprendizagem significativa: organização lógica (Bruner), conexão com conhecimentos prévios e contexto (Ausubel), e estímulo à participação, porém pode ser melhorado em aspectos que foram citados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo geral compreender as possibilidades e limitações da utilização de um material didático para o ensino de Radioatividade em aulas de Química. Para tanto, estabelecemos três objetivos específicos, cujos resultados e implicações são apresentados a seguir.

O primeiro objetivo específico foi o de elaborar e aplicar um material didático para o ensino de Radioatividade em aulas de Química. Como produto educacional, foi desenvolvido o Guia Didático “Radioatividade no Ensino Médio: abordagens didáticas para professores de Química”, organizado em cinco capítulos que integram fundamentos teóricos, sugestões de atividades, metodologias ativas e uma sequência didática completa. A elaboração do guia partiu de uma análise crítica da literatura e das lacunas identificadas nos materiais disponíveis, propondo uma abordagem que valoriza a contextualização, a interdisciplinaridade e o uso de recursos variados como analogias, filmes, simulações e experimentos de baixo custo. A aplicação do material por seis professores da rede pública de Rio Branco/AC permitiu verificar sua viabilidade e adaptabilidade, confirmando seu potencial como ferramenta de apoio ao planejamento docente. A principal contribuição deste produto foi oferecer um material estruturado, flexível e contextualizado, que auxiliou o professor a superar a abordagem tradicional e fragmentada frequentemente encontrada nos livros didáticos.

O segundo objetivo consistiu em investigar as possibilidades e limitações da utilização desse material didático, no qual a análise qualitativa das respostas dos professores, organizada em seis categorias temáticas, revelou que o guia foi percebido como um recurso facilitador da contextualização e da promoção da aprendizagem significativa. Sua estrutura permitiu aos professores concretizar conceitos abstratos por meio de analogias, como a fusão de personagens de anime para explicar fissão e fusão nuclear e estudos de caso sobre Chernobyl, Fukushima e Goiânia, integrar a história da Ciência como ferramenta pedagógica central, humanizando a ciência e fornecendo um contexto narrativo que facilita a ancoragem de conceitos complexos, diversificar as estratégias de ensino, incorporando recursos multimídia, debates e atividades investigativas que promovem a participação ativa dos alunos, oferecer uma visão balanceada da Radioatividade, abordando tanto aplicações benéficas (medicina, geração de

energia) quanto riscos e impactos ambientais, o que contribui para uma formação crítica e cidadã.

O terceiro objetivo foi o de analisar as contribuições do guia didático para a prática docente. Os resultados indicam que o material atuou como um organizador prévio eficaz, auxiliando os professores na estruturação de aulas mais coerentes e significativas. Ele forneceu subsídios para superar a superficialidade e o viés negativo dos livros didáticos tradicionais; promover a interdisciplinaridade e a conexão com temas contemporâneos; favorecer a autonomia do professor, que pôde adaptar e ressignificar as sugestões de acordo com seu contexto e estimular a reflexão sobre a própria prática, levando os docentes a experimentarem novas metodologias e a avaliarem criticamente os recursos disponíveis.

No entanto, a pesquisa também identificou limitações importantes, principalmente de ordem estrutural e contextual: a carga horária reduzida, a falta de recursos materiais e a sobrecarga de atividades na rotina docente dificultaram a aplicação integral do guia. Os professores participantes da pesquisa relataram a necessidade de adaptar as propostas à sua realidade local, reduzindo a quantidade de atividades ou ajustando-as ao tempo disponível. Isso evidencia que, embora o material seja pedagogicamente válido, sua efetividade depende de condições institucionais favoráveis e da mediação criativa do professor.

Quanto ao produto, as principais limitações identificadas foram extensão das atividades, pois algumas propostas foram consideradas muito longas para a realidade da carga horária disponível, dependência de recursos externos, onde os professores deram sugestões que requerem acesso à internet, laboratório ou materiais específicos podem ser inviáveis em certos contextos e a necessidade de adaptação constante, pois a diversidade de realidades escolares exige que o professor reformule partes do material, o que demanda tempo e experiência.

Em síntese, esta pesquisa confirmou que um material didático bem elaborado, ancorado em teorias de aprendizagem significativa e sensível ao contexto docente, pode ser uma ferramenta potente para transformar o ensino de Radioatividade. As limitações identificadas não invalidam seu potencial, mas destacam a importância do diálogo entre a pesquisa acadêmica e a realidade das escolas. O produto educacional aqui apresentado não se esgota em si mesmo; ele se oferece como um ponto de partida para práticas mais reflexivas,

contextualizadas e significativas – um convite contínuo à reinvenção do ensinar e do aprender Química.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. P.; POLIZELLO, A. A. A.; RIBEIRO, C.; MEROTO, M. B. N.; SANTOS, S. M. A. V. Sala de aula invertida: a prática da metodologia ativa na sala de aula utilizando a sala de aula invertida. **Revista Ilustração**, Cruz Alta, v. 4, n. 6, p. 173-181, 2023.

ANDREATA, M. A. Aula expositiva e Paulo Freire. **Ensino em Revista**, Uberlândia, v. 26, n. 3, p. 700-724, set. 2019. Disponível em <http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-17302019000300700&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 19 jul. 2024.

ANASTASIOU, L.G.C. **Metodologia do Ensino Superior**: da prática docente a uma possível teoria pedagógica. IBPEX, Curitiba, 1998.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro, RJ: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. 1. ed. São Paulo: Edições 70, 2016.

BEDIN, E.; DEL PINO, J. C. Dicumba - o aprender pela pesquisa em sala de aula: os saberes científicos de química no contexto sociocultural do aluno. **Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**: Góndola, Ens Aprend Cienc, v. 13, n. 2, p. 338-352, 2018a. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6750774>>. Acesso em: 27 set. 2024.

BIZELLI, M., FISCARELLI, S., OLIVEIRA, L. Conteúdos Digitais para o Ensino de Cálculo: Aceitação, Demandas e Expectativas dos Alunos. In: IX ENCONTRO IBEROAMERICANO DE EDUCAÇÃO, 4, 2009. Araraquara: Unesp. **Anais** do IV EIDE. Araraquara, 2009.

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

BRUNER, J. S. **Uma Nova Teoria de Aprendizagem**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bloch. 1973b. p. 162.

BRUNER, J. S. **Sobre o Conhecimento**: Ensaio de mãos esquerda. São Paulo: Phorte, 2008.

CAMPOS, R. M. TAMIASSO, P., SOUSA, C. S. E. T., ROCHA, Â. S. (2019) Uso de filmes no ensino de radioatividade: uma estratégia motivadora para aulas do nível médio. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 3, 2019.

COSTA, D. E.; GONÇALVES, T. O. Compreensões, Abordagens, Conceitos e Definições de Sequência Didática na área de Educação Matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 36, n. 72, p. 358–388, jan. 2022. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/bolema/a/TBtxkXdxLr5JnHCrcyWfSWL/>>. Acesso em: 30 set. 2024.

COUTO, C. C. F. A.; NASCIMENTO, W. J.; Percepções sobre o Ensino de Ciências por Investigação a partir de Produções Acadêmicas Brasileiras. **Revista Ciência & Ideias**, p. 215-233, v. 11, n. 3, 2020. ISSN: 2176-1477.

CUNHA, . F.; CORRÊA, H. B. A tabela periódica em fascículos: uma proposta de objeto educacional. **Educação Química em Ponto de Vista**, [S. l.], v. 4, n. 2, 2020. DOI: 10.30705/eqpv.v4i2.2349. Disponível em: <<https://revistas.unila.edu.br/eqpv/article/view/2349>>. Acesso em: 5 jun. 2024.

DAMASIO, F.; TAVARES, A. **Perdendo o Medo da Radioatividade**: pelo menos o medo de entendê-la. Campinas: Autores Associados, 2017.

MOURA, L.; NASCIMENTO N., N. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA À LUZ DA TEORIA DE DAVID AUSUBEL: ALIMENTAÇÃO COMO UM ORGANIZADOR PRÉVIO. **Revista Conexão na Amazônia**, [S. l.], v. 2, n. edição especial, p. 54–66, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ifac.edu.br/index.php/revistarca/article/view/77>>. Acesso em: 23 set. 2024.

DIAS, M. P; FERNANDES, L. S; CAMPOS, A. F. **Uma meta-análise qualitativa das pesquisas sobre ensino de radioatividade no brasil**. 2023; Volume: 29.

FAGUNDES, J. V.; ZARA, K. R. F.; OLIVEIRA, M.M.; **Identificando obstáculos epistemológicos no ensino de radioatividade**. 2021. Faculdade Sul Fluminense; Volume: 6.

FERREIRA, G. L. D. A. (2023). **Elaboração de um livro paradidático sobre mercúrio para uso em cursos de formação de professores de química**. Disponível em: <<https://repositorio.ufpa.br/handle/2011/15927>>. Acesso em: 05 mai. 2024.

FINGER, I. BEDIN, E. A contextualização e seus impactos nos processos de ensino e aprendizagem da ciência química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, 2(1), 8–24. 2019.

FURTADO, L. P. **Radiação eletromagnética e Radioatividade**: uma abordagem em aulas de Química do Ensino Médio em busca da (re)significação do conhecimento dos alunos. 2016. 127 f., il. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) Universidade de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em: <https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNB_55d413b9c69219013ada8ef937da4f70>. Acesso em: 12 mai. 2024.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D.T. **Métodos de pesquisa**. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento

e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em 10 nov. 2023.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas. 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. Experimentação no Ensino de Química na Educação Básica: Uma Revisão de Literatura. **Revista Debates em Ensino de Química**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 136–152, 2021. Disponível em: <<https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/2627>>. Acesso em: 7 ago. 2024.

GONZATTO, E, F. **Raios-x e radioterapia**: uma oficina temática para abordar conceitos de radiações e radioatividade no ensino médio na perspectiva da contextualização. 2020.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e caminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química nova na escola** 31.3 (2009): 198-202.

MESQUITA, J. **Sequência didática sobre cinética química**: o uso de metodologias ativas como proposta pedagógica para o ensino de Química. Dissertação (Mestrado em Ensino para a Educação Básica), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano. (2023). Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/3911>. Acesso em: 31 out. 2024.

MOREIRA, M, A. **Aprendizagem significativa**: a teoria e textos complementares. - São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: um Conceito Subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**, 7(3), 1-16. (2017).

MOREIRA, M, A. **Teorias de aprendizagem**. 3. ed. ampl. [Reimpr]. - Rio de Janeiro: LTC, 2023.

NUNES, A. S.; ADORNI, D.S. O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos. In: Encontro Dialógico Transdisciplinar - Enditrans, 2010, Vitória da Conquista, BA. - Educação e conhecimento científico, 2010.

PAIVA, M. M. P. C., FONSECA, A. M.; COLARES, R. P. (2022). Estratégias didáticas potencializadoras no ensino e aprendizagem de química. **Revista de Estudos em Educação e Diversidade - REED**, 3(7), 1-25. Disponível em: <https://doi.org/10.22481/reed.v3i7.10379>. Acesso: em 10 nov. 2024.

ROLIM, A. A. A; GUERRA, S. S. F; TASSIGNY, M, M. Uma leitura de Vygotsky sobre o brincar na aprendizagem e no desenvolvimento infantil. **Rev. Humanidades**, Fortaleza, v. 23, n. 2, p. 176-180, jul./dez. 2008.

SALES, F.; SILVA, S.; HARAGUCHI, K.; SOUZA, A. P. JORNADA RADIOATIVA: UM JOGO DE TABULEIRO PARA O ENSINO DE RADIOATIVIDADE. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, [S. l.], v. 4, n. 2, 2021. DOI: 10.30691/relus.v4i2.2307. Disponível em:< <https://revistas.unila.edu.br/relus/article/view/2307>>. Acesso em: 30 set. 2024.

SANTOS, A. E. A Química no cotidiano – uma proposta envolvendo o uso de infográficos. **Revista Educação Pública**, v. 19, nº 2, 22 de janeiro de 2019. Disponível em:< <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/19/2/a-qumica-no-cotidiano-uma-proposta-envolvendo-o-uso-de-infograficos>>. Acesso em: 31 out. 2024.

SEIXAS, F. A. B; CUNHA, M. B. M.; GONZALEZ, I. M. O ensino de Radioatividade em seu contexto histórico com ênfase na área da saúde, sob a perspectiva da Pedagogia Histórico-Crítica. **Anais: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)**; Florianópolis, 2016. Disponível em: www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0377-1.pdf. acesso em 14 jun. 2024.

SILVA, R. M. **A radioatividade ambiental na formação inicial de professores de química na perspectiva da aprendizagem significativa**. (2017). Disponível em: <<http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/handle/tede2/7417>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

SILVA, V. G. **A Importância da Experimentação no Ensino de Química e Ciências**. Universidade Estadual Paulista –UNESP. Graduação em Licenciatura em Química. (Trabalho de Conclusão de Curso). Bauru, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/5ae3d3a1-4e3f-42c6-8e91-1a6932fb42d5/content>>. Acesso em: 31 out. 2024.

VALLE, P. R. D.; FERREIRA, J. L. Análise de conteúdo na perspectiva de bardin: contribuições e limitações para a pesquisa qualitativa em educação 2024. **Interfaces Científicas - Educação**, v. 1, pág. 110–123, 2020. DOI: 10.1590/SciELOPreprints.7697. Disponível em:<<https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/7697>>. Acesso em: 15 set. 2024.

VASCONCELLOS, C. S. **Construção do Conhecimento em Sala de Aula**. São Paulo, Libertad, 1996.

WAGNER, C. BRANCO, J. C. LUGOKENSKI, T. H.; **Chás e os saberes populares: uma sequência didática para o Ensino de Química**. 2022. Conjecturas, ISSN:1657-5830, Vol. 22, Nº 17

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**. V. 35, Nº 2, p. 84-91, maio 2013.

ZABALA, A. **A prática educativa:** Como ensinar. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO PARA PROFESSORES DE QUÍMICA

Título da Pesquisa: Compreender como os conceitos de Radioatividade são abordados em aulas de Química

Apresentação:

Prezado(a) Professor(a),

Agradecemos sua disponibilidade em participar desta pesquisa. Este questionário faz parte de um projeto de mestrado que visa investigar as possibilidades e limitações da utilização de um material didático para o ensino de Radioatividade em aulas de Química. Seu conhecimento e experiência são valiosos para este estudo. As informações fornecidas serão utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos, garantindo total sigilo e anonimato. O tempo estimado para preenchimento é de 15 a 20 minutos.

PARTE 1: DADOS DE PERFIL E FORMAÇÃO

1. Além da graduação em Química, você tem mais alguma formação?

- ☐ Não
- ☐ Pós-graduação em Química (ou área afim)
- ☐ Mestrado em Química/Ensino de Química
- ☐ Doutorado em Química/Ensino de Química
- ☐ Outro: _____

Justifique sua escolha:

2. Há quantos anos você leciona Química?

- ☐ Menos de 2 anos
- ☐ De 2 a 5 anos
- ☐ De 6 a 10 anos
- ☐ De 11 a 20 anos
- ☐ Mais de 20 anos

3. Em quais níveis de ensino você leciona atualmente? (Marque todas que aplicar)

- ☐ Ensino Médio
- ☐ Curso Técnico/Pré-vestibular

4. Você já teve acesso a algum curso de capacitação ou formação continuada específica sobre o ensino de Radioatividade/Física Nuclear?

- ☐ Sim
☐ Não

Se sim, por favor, descreva brevemente:

PARTE 2: ABORDAGEM DO CONTEÚDO EM SALA DE AULA

5. Na sua percepção, quão importante é abordagem do tema "Radioatividade" no currículo de Química?

- ☐ Muito Importante
☐ Importante
☐ Pouco Importante
☐ Desnecessário

Justifique sua escolha:

6. Quais tópicos de Radioatividade você costuma abordar em suas aulas? (Marque todas que aplicar)

- ☐ Conceitos básicos (átomo, núcleo, prótons, nêutrons)
☐ Estabilidade nuclear e relação N/Z
☐ Tipos de radiação (alfa, beta, gama)
☐ Decaimento radioativo e equações nucleares
☐ Meia-vida (conceito e cálculos)
☐ Séries radioativas
☐ Fissão e Fusão Nuclear
☐ Aplicações da radioatividade (medicina, datação, agricultura)
☐ Efeitos biológicos da radiação e proteção radiológica
☐ Acidentes nucleares históricos (Chernobyl, Fukushima, Goiânia)
☐ Lixo nuclear e questões ambientais
☐ Outro: _____

Justifique sua escolha:

7. Qual é a principal dificuldade que você percebe nos alunos para compreender os conceitos de radioatividade?

- ☐ Abstração do tema (não é visível/tátil)
- ☐ Dificuldades matemáticas (ex: cálculos de meia-vida)
- ☐ Confusão com conceitos de Física (ex: força nuclear)
- ☐ Pré-conceitos e medo associado à palavra "radiação"
- ☐ Falta de base em conteúdos anteriores (ex: estrutura atômica)
- ☐ Outro: _____

Justifique sua escolha:

8. Quais recursos ou metodologias você costuma utilizar para ministrar suas aulas sobre o tema Radioatividade? (Marque todas que aplicar)

- ☐ Aula expositiva dialogada
- ☐ Resolução de exercícios e problemas
- ☐ Simulações e animações online (ex: PhET, YouTube)
- ☐ Analogias e metáforas
- ☐ Aulas práticas ou experimentos demonstrativos
- ☐ Análise de textos e artigos jornalísticos
- ☐ Documentários
- ☐ Discussão de casos reais e debates
- ☐ Jogos didáticos
- ☐ Filmes e/ou séries
- ☐ Outro: _____

Justifique sua escolha:

9. Você já utilizou ou utilizaria a história da ciência (ex: descobertas de Becquerel, Marie Curie) como ferramenta de ensino?

- ☐ Sim, sempre
- ☐ Às vezes
- ☐ Raramente
- ☐ Nunca

Explique como essa utilização se desenvolve na sua prática pedagógica. _____

PARTE 3: PERCEPÇÕES E DESAFIOS

10. Em uma escala de 1 a 5, como você avalia sua confiança para ensinar o tema de forma clara e segura?

(1 = Pouco Confiante, 5 = Muito Confiante)

1 () 2 () 3 () 4 () 5 ()

Justifique sua escolha:

11. Quais são os maiores desafios que VOCÊ, professor, enfrenta para ensinar radioatividade?

- () Falta de material didático adequado
- () Falta de equipamentos para experimentação
- () Carga horária insuficiente para explorar o tema com profundidade
- () Falta de formação específica na área nuclear
- () Dificuldade em desfazer preconceitos e mitos dos alunos
- () A complexidade inerente do conteúdo
- () Pressão para focar apenas em conteúdos de vestibular
- () Outro: _____

Justifique sua escolha:

12. Como você avalia a abordagem do tema nos livros didáticos que costuma usar?

- () Excelente e completa
- () Boa, mas superficial
- () Foca apenas nos aspectos mais técnicos (cálculos)
- () Desatualizada ou com visão negativa excessiva
- () Insuficiente, necessito complementar muito

Justifique sua escolha:

13. Deixe aqui comentários, sugestões ou críticas sobre o ensino de radioatividade que você considera relevante e que não foi abordado nas perguntas anteriores.

Agradecimento Final:

Muito obrigado pela sua valiosa contribuição para esta pesquisa. Sua participação é fundamental para a compreensão e melhoria do ensino de Química no país e no nosso estado do Acre.

Pesquisador: Caroline Ketlyn Martins da Silva

Instituição: Universidade Federal do Acre

Orientador(a): Profa. Dra. Gahelyka Aghta Pantano Souza

Contato: ckms1328@gmail.com

APÊNDICE B – INSTRUMENTO DE VALIDAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE - UFAC
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PROPEG PROGRAMA
DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA - PPGECIM

TÍTULO DA PESQUISA: O ENSINO DE RADIOATIVIDADE EM AULAS DE
QUÍMICA: POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DA UTILIZAÇÃO DE UM
MATERIAL DIDÁTICO

FICHA DE AVALIAÇÃO DO GUIA DIDÁTICO

Este guia foi elaborado como parte da pesquisa realizada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Matemática da Universidade Federal do Acre (UFAC), sob a orientação da Profa. Dra. Gahelyka Aghta Pantano Souza. Garantimos o absoluto sigilo de sua identidade caso as informações obtidas sejam utilizadas no relatório de pesquisa (dissertação) e/ou em outras publicações científicas.

Este formulário tem como objetivo coletar amostras, críticas e sugestões dos professores que utilizaram o **Material Didático para o Ensino de Radioatividade** em suas práticas pedagógicas. Sua contribuição é fundamental para validar a eficácia do produto, identificar pontos de melhoria e ajustar o material às reais necessidades do contexto educacional.

As perguntas estão alocadas em 3 seções, e abordam desde a clareza e aplicabilidade do conteúdo até o engajamento dos alunos e a adequação das metodologias propostas. Suas respostas ajudam a aprimorar este recurso educacional, tornando-o mais alinhado ao cotidiano docente e à promoção de uma aprendizagem significativa.

Desde já, agradeço pela sua participação e pelo tempo dedicado!

Assinatura do Avaliador(a): _____

Data da Avaliação: _____

PARTE 1 – Adequação e Aplicabilidade do Material

1.1 O material apresentou clareza e linguagem acessível para o professor?

- ☐ Sim
☐ Parcialmente
☐ Não

Justifique sua resposta:

1.2 Como o produto atendeu às suas demandas?

Justifique sua resposta:

1.3 Qual parte do produto do ajudou mais no seu objetivo para com o conteúdo?

Justifique sua resposta:

1.4 Você utilizou a sequência didática da proposta?

Justifique sua resposta:

1.5 Se sim, como foi a receptividade dos alunos? E se não, explique o motivo.

Justifique sua resposta:

1.6 Em quantas turmas você aplicou o produto?

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3 ou mais

1.7 O produto trouxe sugestões que você não considerou antes em suas aulas sobre radioatividade?

- ☐ Sim
- ☐ Parcialmente
- ☐ Não

1.8 Como você avalia a estrutura e a organização do material (sequência lógica, divisão por tópicos, facilidade de navegação)?

Justifique sua resposta:

PARTE 2 – Impacto na Aprendizagem e Engajamento dos Alunos

2.1 Os alunos conseguiram compreender o conteúdo na sua perspectiva?

- ☐ Sim
- ☐ Parcialmente
- ☐ Não

Justifique sua resposta:

2.2 As ferramentas sugeridas (animações, filmes, experimentos) serviram para a compreensão dos alunos?

- ☐ Sim
- ☐ Parcialmente
- ☐ Não

Justifique sua resposta:

2.3 O produto auxiliou na contextualização do conteúdo de radioatividade com o cotidiano dos alunos?

- ☐ Sim
- ☐ Parcialmente
- ☐ Não

Justifique sua resposta:

2.4 O material incentiva a interdisciplinaridade? (com Física, Biologia, História)

- ☐ Sim
☐ Parcialmente
☐ Não

Justifique sua resposta:

2.5 Como você avalia o potencial do produto para promover uma aprendizagem significativa sobre radioatividade?

Justifique sua resposta:

2.6 O tempo proposto na sequência foi suficiente?

- ☐ Sim
☐ Parcialmente
☐ Não

Justifique sua resposta:

PARTE 3 – Sugestões de Melhoria e Validação Final

3.1 O que você pontuaria como melhoria para o produto?

Justifique sua resposta:

3.2 Existe algo no produto que você mudaria ou acrescentaria?

Justifique sua resposta:

3.3 Você sentiu falta de algum conteúdo ou recurso específico no material?

Justifique sua resposta:

3.4 Você teve alguma limitação em relação ao produto? Se sim, explique.

Justifique sua resposta:

3.5 As sugestões de atividades foram aplicáveis ao seu contexto de ensino?

Justifique sua resposta:

3.6 Você indicaria esse produto a outro professor de Química?

Justifique sua resposta:

3.7 Sugestões gerais ou observações adicionais:

Justifique sua resposta:

PARTE 5 – OBSERVAÇÕES FINAIS

1.0 Você utilizaria em suas aulas o material: **Radioatividade no Ensino Médio: Abordagens Didáticas para Professores de Química** como atividades didático-pedagógicas?

() Sim

() Não

Justifique sua opção:

2.0 O material: **Radioatividade no Ensino Médio: Abordagens Didáticas para Professores de Química**, ampliou e/ou reformulou suas concepções sobre as aulas voltadas para radioatividade? Comente em qual sentido.

3.0 As orientações presentes no guia contribuem para diminuição dos obstáculos à aprendizagem, ao trabalhar com experimentação investigativa em suas aulas? De que maneira? Comente sua resposta.

4.0 Qual sua opinião sobre o material: Radioatividade no Ensino Médio: Abordagens Didáticas para Professores de Química?

5.0 O que te chamou mais atenção?

6.0 Deixe aqui seus comentários, sugestões ou críticas.

Agradeço sua colaboração!

APÊNDICE C – SEQUÊNCIA DIDÁTICA – ROTA DE APROFUNDAMENTO

NOME DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO			
UNIDADE: 3U4S1	PERFIL PROFISSIONAL: QUÍMICA	SÉRIE: 3ª	CARGA HORÁRIA PREVISTA: 3 horas
ROTA DE APROFUNDAMENTO: ENERGIA, PARA QUE TE QUERO?			
RAIO-X DA ENERGIA			
EIXO ESTRUTURANTE:			
INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA			
HABILIDADE(S) ESPECÍFICA(S) DO EIXO:			
EMIFCNT01 – Investigar e analisar situações-problema e variáveis que interferem na dinâmica de fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, considerando dados e informações disponíveis em diferentes mídias, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais. EMIFCNT02 – Levantar e testar hipóteses sobre variáveis que interferem na dinâmica de fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, utilizando procedimentos e linguagens adequados à investigação científica. EMIFCNT03 – Selecionar e sistematizar, com base em estudos e/ou pesquisas (bibliográfica, exploratória, de campo, experimental etc.) em fontes confiáveis, informações sobre a dinâmica dos fenômenos da natureza e/ou de processos tecnológicos, identificando os diversos pontos de vista e posicionando-se mediante argumentação, com o cuidado de citar as fontes dos recursos utilizados na pesquisa e buscando apresentar conclusões com o uso de diferentes mídias.			
DESCRIPTORIOS			
D1 - Localizar informações explícitas em um texto. D6 - Identificar o tema de um texto. D5 - Interpretar texto com auxílio de material gráfico diverso (Propagandas, quadrinhos, fotos etc.). D11 - Estabelecer relação causa/consequência entre partes e elementos do texto.			
OBJETO(S) DE CONHECIMENTO			
Energia Nuclear: - O uso da radioatividade para gerar energia; - Vantagens e Desvantagens da radioatividade; - Acidentes nucleares;			
Data da execução: 30/07 a 15/08 Aula executada nas turmas: 3ªB 3ªC 3ªD			
Sequência Didática: Radioatividade no Cotidiano e no Meio Ambiente Duração: 3 horas (3 tempos de aula) Público-alvo: Estudantes do 3º ano do Ensino Médio Objetivos: • Compreender os conceitos básicos de radioatividade e energia nuclear. • Analisar os impactos da radioatividade no meio ambiente e na saúde. • Promover reflexão crítica sobre o uso da energia nuclear na sociedade.			

1ª Hora: Introdução à Radioatividade e Energia Nuclear

1. **Saudações à turma e apontamentos (5 min)**
2. **Aula expositiva dialogada (20 min):**
 - Apresentação dos conceitos do **Capítulo 1 (Química Nuclear)** de forma **revisional**: estrutura atômica, descoberta da radioatividade por Marie Curie.
 - Destaque para aplicações cotidianas (ex.: radioterapia, energia elétrica).
3. **Discussão em grupos (20 min):**
 - Com base no **Capítulo 2**, debater:
 1. Diferenças entre radiação ionizante (partículas alfas, beta, gama) e não ionizante (luz solar, micro-ondas).
 2. Caso real: Acidente com Césio-137 em Goiânia (link sugerido no guia).
4. **Atividade lúdica (10 min):**
 - **Analogia com Dragon Ball Z (Proposta 4): (5 min):** Usar a fusão de personagens para explicar fusão nuclear (Figura 21), e mostrar a diferença entre fissão e fusão.

Atividade prática (Proposta 6 do Capítulo 4) (30 min):

- Experimento de simulação com farinha e água para demonstrar a diferença entre contaminação e irradiação (Figuras 20-24 do guia).
- Realizar discussão com a turma: Como a contaminação se espalha? Quais são os riscos?

Recurso audiovisual (10 min):

- Exibição de trechos do filme *Radioactive* (2015) (citado no Capítulo 1) sobre Marie Curie.

Análise de reportagens (Proposta 2 do Capítulo 4) (20 min):

- Leitura e debate sobre notícias como:
 1. [Nova radioterapia promissora.](#)
 2. [Cavernas com radiação em MG.](#)

2ª Hora: Radiação e Seus Efeitos

Estudo de caso (30 min):

- Análise dos acidentes nucleares (**Capítulo 3**): Chernobyl, Fukushima e Goiânia.
- Divisão da turma em grupos para criar tabelas comparativas (Proposta 3) sobre benefícios e malefícios da energia nuclear.

Discussão guiada (20 min):

- Perguntas norteadoras:
 1. A energia nuclear é sustentável?
 2. Como equilibrar avanço tecnológico e segurança?

Avaliação (10 min):

- Produção de um parágrafo reflexivo ou mapa mental sobre o tema.
- Opcional: Exibição do trailer da série *Chernobyl* (citada no Capítulo 4) para encerrar.

Recursos Utilizados:

2. Materiais do experimento (farinha, água, filtros).
3. Reportagens e vídeos sugeridos no guia.
4. Quadro comparativo (Proposta 3).

Avaliação:

5. Participação nas discussões.
6. Qualidade das análises em grupo.
7. Produção escrita final.

OBSERVAÇÃO

Professor, caso ache válido, substitua os recursos conforme disponibilidade (ex.: usar celulares para pesquisas se não houver laboratório).

3ª Hora: Impactos Ambientais e Debate Crítico